




MEDICAL CARE BY PREPAYMENT



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-SIXIÈME. 126

JANVIER — JUIN 1898.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

CURIE, Mme. (MARIE) SKLODOWSKA. Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium. Note...présentée par (Gabriel) Lippmann. Pages: 1101-1103 in: Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Academie des Sciences, vol.126 (=Janvier-Juin),no.15 (=Séance du mardi 12 avril). [Paris,Gauthier-Villars 1898.Collation of the volume: 1963 pp. With woodcuts in the text.]

And: [illegible]

ARLOING,S(ATURNIN). Sur l'óbtention de cultures et d'émusions homogéns du bacille de la tuberculose humaine en milieu liquide et "sur une variété mobile de ce bacille". Pages: 1319-1322 in: (Comptes rendus... vol.126, Seance du Lundi 9 Mai 1898). [ ]

Orig.-wrappers.4to. - Missing the front wrapper, stitching loose in binding, joint split, last 4 leaves torn and wrinkled, missing a part of p.1963 (~~with~~ loss of text), margins here and there slightly yellowed, but else a clean and partly unopened copy.

This is Marie Curie's FIRST PAPER ON RADIOACTIVITY. Her and her husband's continued researches resulted in the discovery of Polonium and Radium later in 1898 (publ. in vol. 127 of the 'Comptes rendus - see the following item).

P.M.M.394.(quoting M.Curie's thesis of 1903) states erreoneously the year 1897 as the starting point of the researches of the Curies: " In a series of papers beginning in 1897 in the 'Comtes rendus' they reported progress in their researches ".(PMM), but the series started in fact in 1898 with the above paper. The only paper by M.Curie published in 1897, in vol.125 of the 'Comtes rendus', which is her first published paper, is entitled "Propriétés des aciers trempés" and does not deal with radioactivity. -

G.-N.2334(Arloing):"Sero-agglutination for the diagnosis of presence of tubercle bacillus".

The volume contains also another contribution on the same subject (radioactivity), further 6 contributions on cathodic-rays, 22 on x-rays, and 3 other papers by Arloing.

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1898.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ❋).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ❋).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ❋).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ❋).
PICARD (Charles-Émile) ❋.
APPELL (Paul-Émile) (O. ❋).

SECTION II. — *Mécanique.*

LÉVY (Maurice) (O. ❋).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ❋.
DEPREZ (Marcel) (O. ❋).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ❋).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ❋).
SEBERT (Hippolyte) (C. ❋).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. C. ❋).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ❋).
LŒWY (Maurice) (C. ❋).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ❋).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ❋.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ❋).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ❋).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ❋).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ❋).
GUYOU (Émile) (O. ❋).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ❋).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

CORNU (Marie-Alfred) (O. ✻).
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) (O. ✻).
BECQUEREL (Antoine-Henri) ✻.
POTIER (Alfred) (O. ✻).
VIOLLE (Lucien-Jules-Gabriel) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

FRIEDEL (Charles) (O. ✻).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
MOISSAN (Henri) (O. ✻).
GRIMAUX (Louis-Édouard) (O. ✻).
DITTE (Alfred) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

FOUQUÉ (Ferdinand-André) (O. ✻).
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ✻).
HAUTEFEUILLE (Paul-Gabriel) ✻.
BERTRAND (Marcel) ✻.
LÉVY (Michel) (O. ✻).
LAPPARENT (Albert-Auguste DE) ✻.

SECTION VIII. — *Botanique.*

NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) ✻.
BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) ✻.

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Schlœsing (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
Chauveau (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
Dehérain (Pierre-Paul) (O. ✻).
Duclaux (Pierre-Émile) (C. ✻).
Girard (Aimé) (O. ✻).
Muntz (Charles-Camille) (O. ✻).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Blanchard (Charles-Émile) (O. ✻).
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) (C. ✻).
Edwards (Alphonse Milne-) (O. ✻).
Ranvier (Louis-Antoine) ✻.
Perrier (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
Filhol (Antonin-Pierre-Henri) ✻.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Marey (Étienne-Jules) (C. ✻).
Bouchard (Charles-Jacques) (C. ✻).
Guyon (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
Potain (Pierre-Carl-Édouard) (C. ✻).
Arsonval (Arsène d') (O. ✻).
Lannelongue (Odilon-Marc) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Bertrand (Joseph-Louis-François) (G. O. ✻), pour les Sciences mathématiques.

Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O.).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (C. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (C. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William Thomson, lord) à Glasgow (G. O. ✻).
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
LISTER (Sir John), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ✻).
FRANKLAND (Edward), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ✻), à Washington.
VIRCHOW (Rudolph-Ludvig-Car) (C. ✻).
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE ✻, à Leipzig.
FUCHS (Immanuel-Lazarus), à Berlin.
SCHWARTZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
N. . . . .

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BELTRAMI (Eugène), à Rome.
SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) ✻, à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Lorient.
RIGGENBACH (Nicolas), ✻, à Olten (Suisse).

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Poulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oscar), à Poulkova.
GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
VAN DE SANDE BAKHUYZEN (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
SOUILLART (Cyrille-Joseph), à Lille.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand) ✻, missionnaire en Chine.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), ✻, à Lisbonne.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
TILLO (Alexis DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
NANSEN (Fridt-Jof), à Bergen (Norvège).
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron) (O. ✻), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✻, à Bourg.
RAOULT (François-Marie) (O. ✻), à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin) (O. ✻), à Baltimore.
WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ✻), à Leipzig.
BICHAT (Ernest-Adolphe) ✻, à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) (O. ✻), à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin) ✻, à Nancy.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

HALL (James) ✻, à Albany.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ✻, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand-Freihew VON), à Berlin.
MATHERON (Pierre-Philippe-Émile), à Marseille.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) (O. ✻), à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
COHN (Ferdinand), à Breslau.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (Sir John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Édouard-Ulysse), à Bordeaux.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
MARION (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.
KOWALEWSKI (Alexandre), à Saint-Pétersbourg.
FLOWER (Sir William-Henry), à Londres.
SABATIER (Armand) ✻, à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (C. ✻), à Lyon.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
LAVERAN (Louis-Charles-Alphonse) ✻, à Nantes.
ENGELMANN (Théodor-Willhem), à Utrecht.
N. . . . .
N. . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Van Tieghem obtient.	41 suffrages,
M. Friedel.	12 »
M. A. Milne-Edwards.	2

Il y a un bulletin blanc.

M. Van Tieghem, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1898.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1898.

MM. **Darboux** et **Bornet** réunissent la majorité des suffrages.

M. **Ad. Chatin**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1897.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1898.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXII (1er semestre 1896) et le Tome CXXIII (2e semestre 1896) ont paru avec leurs Tables et leur régularité habituelle.

Mémoire présenté. — Un Mémoire de M. Jäderin, intitulé : « Méthode pour la mensuration des bases géodésiques au moyen des fils métalliques » (*Savants étrangers*, t. XXXII, nº 7).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1897.

Membres décédés.

Section de Géographie et Navigation : M. **d'Abbadie**, décédé le 19 mars.
Section de Chimie : M. **Schützenberger**, décédé le 26 juin.
Section de Minéralogie : M. **des Cloizeaux**, décédé le 6 mai.

Associé étranger décédé.

M. **Weierstrass**, décédé le 28 février.

Membres élus.

Section de Mécanique : M. **Sebert**, le 8 février, en remplacement de M. Resal, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Radau**, le 5 avril, en remplacement de M. Tisserand, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **Hatt**, le 21 juin, en remplacement de M. d'Abbadie, décédé.

Section de Physique générale : M. **Violle**, le 22 février, en remplacement de M. Fizeau, décédé.

Section de Chimie : M. **Ditte**, le 29 novembre, en remplacement de M. Schützenberger, décédé.

Section de Minéralogie : M. **de Lapparent**, le 28 juin, en remplacement de M. des Cloizeaux, décédé.

Associés étrangers.

M. **Virchow**, le 5 juillet, en remplacement de M. Tchebichef, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1897.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Sylvester**, à Oxford, décédé le 15 mars; M. **Brioschi**, à Milan, décédé le 13 décembre.

Section d'Astronomie : M. **Schiaparelli**, à Turin, décédé le 19 février.

Section de Géographie et Navigation : M. **Manen**, à Fleury (S.-et-O.), décédé en mai.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Steenstrup**, à Copenhague, décédé le 20 juin.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Tholozan**, à Téhéran, décédé le 31 juillet.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Klein** (Félix), à Gœttingue, le 17 mai, en remplacement de M. Sylvester, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Souillart**, à Lille, le 10 mai, en remplacement de M. Gyldén, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Gayon**, à Bordeaux, le 12 juillet, en remplacement de M. Hellriegel, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Brioschi**, à Milan, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Schiaparelli**, à Turin, décédé; M. **Gould**, à Cambridge, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **Manen**, à Fleury (S.-et-O.), décédé.

Section de Chimie : M. **Kékulé**, à Bonn, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Prestwich**, à Shoreham, Kent, décédé.

Section de Botanique : M. le baron **de Mueller**, à Melbourne, décédé.

Section d'Économie rurale : M. le marquis **de Menabrea**, à Rome, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Lovén**, à Stockholm, décédé; M. **Steenstrup**, à Copenhague, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Virchow**, à Berlin, élu Associé étranger; M. **Tholozan**, à Téhéran, décédé.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Méthode générale pour la détermination des étoiles fondamentales et de la latitude.* Note de M. **Lœwy**.

« Le mode de détermination exposé dans les *Comptes rendus* du 27 décembre 1897 peut être rendu encore plus pratique et plus précis. Choisissons, en effet, un groupe d'astres de déclinaisons peu différentes et placés symétriquement autour du pôle, 6 par exemple; leur distance en ascension droite sera ainsi de 4^h environ. Admettons maintenant que le couple (1.2) se trouve, à l'époque initiale, dans la situation nécessaire pour fournir, à l'aide des mesures effectuées symétriquement par rapport au cercle horaire

de 6^h, les valeurs de λ et de $(p_2 - p_1)$; un autre couple, le couple (4.5), se trouvera nécessairement dans une même situation favorable relativement au cercle horaire de 18^h et servira à déterminer λ et $(p_5 - p_4)$. Dans le courant d'une année, naturellement chacun des couples (1.2), (2.3), (3.4), (4.5), (5.6), (6.1) se présentera successivement dans les mêmes conditions indiquées devant le cercle horaire de 6^h et les couples (4.5), (5.6), (6.1), (1.2), (2.3), (3.4) devant le cercle horaire de 18^h.

» Par conséquent, une quelconque des différences entre deux étoiles voisines $(p_2 - p_1)$, $(p_3 - p_2)$, ..., résultera de deux séries distinctes de mesures, et toute autre différence $(p_m - p_n)$ entre deux astres quelconques du groupe pourra être conclue avec une grande exactitude, indirectement par quatre rattachements divers. Disposant ainsi de ces constantes $(p_m - p_n)$, on pourra choisir, pour l'évaluation de λ, deux astres séparés d'un grand intervalle en Æ, circonstance qui augmente notablement l'exactitude de λ, et l'on aura en outre l'avantage de faire les deux séries de mesures presque simultanément. Il est évident que ces six astres peuvent également servir à la détermination de n; on obtiendra cette inconnue en effectuant, d'une manière analogue, des observations symétriquement par rapport au méridien de 0^h et à celui de 12^h.

» Voici les positions de deux groupes d'astres, tirés du Tableau final, qui pourront être consacrés à cette recherche :

Groupe I.				*Groupe II.*			
Étoiles.	Gr.	Ascension droite 1899,0.	Distance polaire 1899,0.	Étoiles.	Gr.	Ascension droite 1899,0	Distance polaire 1899,0.
		h m s	° ′ ″			h m s	° ′ ″
2	7,9	0.15.55,85	1.6.52,1	10	9,9	2.48.52,14	0.33.49,8
19	9,8	4.42.48,36	1.5.15,3	25	9,2	6.36.25,03	0.31.49,3
37	9,3	8.18. 5,96	1.5.22,4	42	9,9	10.15.16,70	0.32.41,4
55	8,8	12.51.46,03	1.5.32,8	60	9,4	13.52.44,11	0.30.49,1
63	9,4	15. 5. 0,60	1.6.23,4	79	9,3	18.42.57,40	0.39.40,0
84	9,9	19.50.21,85	1.6. 2,0	96	8,6	23.11.19,68	0.44.48,6

» Dans le groupe I, les distances polaires sont très concordantes mais trop notables pour que les étoiles puissent être vues dans l'étendue du champ au moment de leur passage aux cercles horaires de 6^h et de 18^h. Dans ce cas, afin d'évaluer les différences $(p_{m-1} - p_m)$, on aura recours au méridien ou à un cercle horaire voisin. Dans le groupe II, les différences $(p_m - p_n)$ sont quelquefois notables et, afin de pouvoir les utiliser sans inconvénient, il est nécessaire que les coordonnées approchées de p_1,

p_2, ... dont on a besoin, ne soient pas entachées de trop fortes erreurs.

» Nous allons exposer maintenant la solution la plus générale de ces divers problèmes, qui nous semble être avantageuse à tous égards. La méthode qui y conduit permet de déterminer à la fois, dans une même soirée, les deux inconnues λ et n. Afin d'acquérir, ce qui est nécessaire, un égal degré d'exactitude dans les coordonnées, il faut, comme cela ressort facilement des expressions (10) et (11), satisfaire dans la pratique aux conditions contenues dans l'une ou l'autre des égalités ci-après : $\tau_3 + \tau_1 + i = 90°$, $\tau_3 - \tau_1 = 90°$; on aura, par suite, respectivement

$$(a) \qquad \delta\lambda = \delta n = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{i}{2}\sin(\tau_3 - \tau_1)}},$$

$$(b) \qquad \delta\lambda = \delta n = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{i}{2}}}.$$

» L'interprétation de ces deux formules est la même; afin d'obtenir une égale précision pour λ et n, les deux positions successivement occupées par l'une des polaires doivent avoir, par rapport au méridien, la même symétrie que celles de la seconde, relativement aux cercles horaires de 6^h et de 18^h. Cette précision dépend des deux variables $(\tau_3 - \tau_1)$ et i; elle sera maximum en ce qui concerne $(\tau_3 - \tau_1)$ si l'on choisit deux astres dont les ascensions droites diffèrent de six heures ou, d'une manière plus générale, si l'on effectue les observations à deux époques où $\tau_3 - \tau_1 = 6^h$, cas auquel correspond la formule (b) pour le calcul de $\delta\lambda$ et δn.

» En adoptant, pour la seconde variable i, l'intervalle de six heures, on arrive à la méthode générale qui détermine λ et n avec une très grande précision. La formule (b), en effet, assigne à $\delta\lambda$ et δn la faible valeur de $\frac{\varepsilon}{\sqrt{2}}$.

» Il convient de répéter qu'il est désirable d'observer un nombre égal de couples relativement aux cercles horaires de 0^h, 12^h et de 6^h, 18^h, afin d'amoindrir à la fois l'influence de l'inclinaison I et l'erreur accidentelle du résultat cherché. Pour atteindre ce but, on est amené à choisir quatre étoiles placées symétriquement autour du pôle; l'erreur probable de la moyenne sur deux déterminations ainsi obtenues sera $\delta\lambda = \delta n = \frac{\varepsilon}{2}$. Mais on peut, sans s'exposer à une fatigue excessive, exécuter dans une soirée seize observations en P et en Δ.

» En effectuant par conséquent, pour un seul groupe, l'ensemble de

ces opérations, une seconde fois, ou pour deux groupes différents de quatre polaires, on aura $\delta\lambda = \delta n = \frac{\varepsilon}{2\sqrt{2}}$. La précision de λ et de n devient alors équivalente à celle résultant de quatre circompolaires observées à leurs passages supérieur et inférieur.

» Ce procédé repose donc sur l'observation d'un ou de deux groupes de quatre étoiles distantes les unes des autres d'environ six heures d'Æ, et que l'on mesure à deux époques séparées d'un intervalle de six heures.

» Cet intervalle, exigé entre les deux séries conjuguées, n'est nullement gênant dans la pratique. En effet, aucune obligation n'existe ici pour l'époque des premières observations. Toutes les heures sont également propices. On commencera à exécuter les premières opérations au début de la soirée et, tout en déterminant à la fois les coordonnées équatoriales absolues, la latitude et sa variation, il ne sera pas nécessaire de consacrer au travail les heures avancées de la nuit.

» On pourra se rendre compte maintenant de la valeur du nouveau procédé. Avec l'ancienne manière de faire, on se trouve, le plus souvent, dans l'impossibilité absolue de déterminer ces divers éléments dans une même journée. On est obligé d'observer l'astre aux époques de ses passages supérieur et inférieur au méridien, condition qui fait naître des difficultés quelquefois insurmontables. En effet, à certaines périodes de l'année, l'un des passages, même pour la plus brillante des polaires, α Petite Ourse, devient inobservable en raison de l'éclat du jour.

» Mais la nouvelle méthode est encore susceptible de recevoir une simplification considérable qui abrège de moitié le travail et réduit sa durée à deux heures environ. Pour atteindre ce but, on emploiera le procédé que nous avons indiqué plus haut, en utilisant les différences $p_m - p_n$. Après un certain nombre d'expériences complètes, on aura bientôt déterminé avec précision ces petites quantités angulaires, et il ne sera pas nécessaire d'effectuer la seconde série d'opérations.

» Les quatre circompolaires, choisies conformément aux règles précédentes, constituent donc des étoiles-guides toujours utilisables dans les belles soirées, et forment de véritables repères dans l'espace, permettant de vérifier, avec la plus grande exactitude, non seulement la position du méridien et du pôle instrumental, mais aussi celle de l'axe du monde. A l'aide de la nouvelle méthode, on possède désormais la faculté de rechercher directement, avec la plus haute précision, dans toutes les nuits de l'année : les coordonnées absolues des astres, la latitude et sa variation.

Dans le Tableau suivant, on indique plusieurs groupes de circompolaires très appropriés à ce genre d'études.

Groupe I.				*Groupe II.*			
Étoile.	Gr.	Ascension droite 1899,0.	Distance polaire 1899,0.	Étoile.	Gr.	Ascension droite 1899,0.	Distance polaire 1899,0.
		h m s	° ′ ″			h m s	° ′ ″
2	7,9	0.15.55,85	1.6.52,1	16	9,1	4. 7. 3,10	0.47. 8,5
24	9,9	6.22. 2,43	1.7.18,9	47	9,2	10.59.53,87	0.41.53,1
55	8,8	12.51.46,03	1.5.32,8	65	8,6	16.11. 0,28	0.46.19,9
72	10,1	18. 3.47,78	1.6.24,6	96	8,6	23.11.19,68	0.44.48,6
Groupe III.				*Groupe IV.*			
15	9,9	3.10.22,25	1.7.14,9	1	10,1	0. 8. 8,57	0.53.40,5
37	9,3	8.18. 5,96	1.5.22,4	28	9,4	6.47.40,43	0.55. 0,7
63	9,4	15. 5. 0,60	1.6.23,4	52	9,8	12. 2.11,92	0.48.27,5
91	10,2	21.37.34,42	1.5.50,2	70	9,5	17.37.35,94	0.49.51,6

» Il nous reste à indiquer le degré de précision que l'on peut obtenir par les éléments $(p_2 - p_1)$ qui jouent un rôle si important dans l'étude qui vient d'être exposée. Ces grandeurs peuvent être déduites aussi par d'autres procédés que celui que nous avons considéré et qui consiste dans la comparaison des coordonnées rectilignes aux époques successives où l'angle horaire des deux astres devient identique. Ayant, par l'une quelconque des méthodes exposées, déterminé λ et n, on peut en conclure $p_2 - p_1$. La relation suivante indique l'erreur probable qui en résulte pour cette dernière quantité.

$$(15)\quad \delta(p_2 - p_1) = \varepsilon\sqrt{\frac{1-\cos(\tau_3-\tau_1)\cos i}{2\sin^2\frac{i}{2}\cos^2\left(\frac{\tau_3-\tau_1}{2}\right)}} = \varepsilon\sqrt{1+\frac{\tang^2\left(\frac{\tau_3-\tau_1}{2}\right)}{\tang^2\frac{i}{2}}}.$$

» Ces dernières relations (15) sont aussi générales que les équations (10) et (11) [1] qui s'appliquent à tous les cas de la pratique. A l'aide de ces trois systèmes de formules (10), (11) et (15), on peut donc évaluer le degré d'exactitude de λ, n et $(p_2 - p_1)$, quel que soit le mode d'opération choisi pour le déterminer. Toutes les conditions du travail s'y trouvent caractérisées : τ_3 et τ_1 désignent les angles horaires à la première époque $\tau_3 + i$ et $\tau_1 + i$ sont relatifs à la seconde époque des observations.

---

[1] *Comptes rendus* du 20 décembre 1897.

Coordonnées équatoriales de 72 étoiles très voisines du pôle.

Étoile.	Gr.	Ascension droite 1899,0.	Précession annuelle.	Variation séculaire.	Distance polaire 1899,0.	Précession annuelle.	Variation séculaire.
		h m s	s	s	° ′ ″	″	″
1	10,1	0. 8. 8,57	− 6,112	− 5,692	0.53.40,5	−20,03	+ 0,04
2	7,9	0.15.55,85	+ 7,843	− 6,286	1. 6.52,1	−20,00	+ 0,09
3	9,7	0.32.50,72	+ 74,658	− 527,538	0. 9. 9,9	19,84	+ 1,56
6 (1)	2,0	1.22. 6,72	− 24,876	− 19,761	1.13.51,8	−18,77	− 1,28
7	9,5	1.44.24,44	46,727	58,549	0.46.17,6	−18,00	+ 3,00
8	7,4	2.13.36,25	− 35,409	− 24,147	1.18.11,3	−16,73	+ 2,85
9	9,4	2.30.36,73	− 54,817	+ 51,948	0.54.13,6	−15,87	+ 4,89
10	9,9	2.48.52,14	− 94,310	− 135,644	0.33.49,8	−14,84	− 9,24
11	9,9	2.58.41,27	−134,952	258,796	0.24.29,3	−14,25	+13,84
14	9,6	2.58.45,42	+ 70,401	− 68,146	0.47.58,7	14,25	+ 7,22
15	9,9	3.10.22,25	+ 53,503	34,795	1. 7.14,9	13,52	− 5,76
13	8,2	3.15.46,25	+185,092	+ 423,193	0.19. 1,8	13,17	−20,35
16	9,1	4. 7. 3,10	+ 88,915	− 58,551	0.47. 8,5	9,48	11,42
17	9,3	4. 8.33,67	− 52,419	19,284	1.22.17,0	9,37	+ 6,76
18	8,7	4.26.28,89	− 74,927	33,130	0.58.40,5	7,95	+10,03
19	9,8	4.42.48,36	− 69,504	22,969	1. 5.15,3	− 6,62	+ 9,56
20	8,9	4.50.43,36	− 85,189	+ 31,122	0.53.24,0	− 5,97	+11,86
22	8,2	5.45.58,01	+ 63,305	− 3,294	1.16. 6,6	− 1,23	− 9,21
24	9,9	6.22. 2,43	+ 70,989	− 6,645	1. 7.18,9	+ 1,92	+10,30
25	9,2	6.36.25,03	−145,606	− 47,919	0.31.49,3	− 3,17	−20,95
27	9,5	6.40.47,92	− 67,835	− 11,262	1. 9.48,0	+ 3,55	− 9,73
28	9,4	6.47.40,43	84,769	− 20,907	0.55. 0,7	− 4,14	− 12,09
29	9,6	6.57.41,05	− 79,498	22,315	0.58.12,4	+ 4,99	+11,22
30	9,6	7.22.32,49	− 60,964	18,866	1.14.14,8	+ 7,06	+ 8,31
31	9,9	7.50.50,23	+ 53,778	− 20,255	1.20.11,4	9,32	− 6,94
32 (2)	6,5	7.56.50,98	− 65,859	33,048	1. 3.51,1	+ 9,78	+ 8,29
33	9,6	8. 5.19,88	63,133	32,781	1. 5.19,3	+10,42	+ 7,86
35	9,4	8. 6.47,90	+ 52,622	22,757	1.18.51,8	+10,53	+ 6,52
37	9,3	8.18. 5,96	+ 60,958	− 34,437	1. 5.22,4	−11,36	7,32
36	9,3	8.28.16,91	−136,054	− 196,610	0.27.33,7	−12,08	−15,82
38	9,9	8.28. 8,86	− 48,419	23,349	1.20.50,9	+12,07	+ 5,63
39	9,8	9. 4.41,70	− 41,389	− 23,153	1.23. 0,1	+14,46	− 4,17
40	9,8	9.20.30,02	− 42,245	− 27,805	1.15.10,1	+15,38	− 3,94
41	9,9	9.52.42,51	+ 30,506	− 18,637	1.28.16,3	17,03	− 2,34
43	9,8	10. 9.39,32	+ 27,851	18,161	1.25.49,8	17,77	+ 1,87
42	9,9	10.15.16,70	+ 65,068	− 116,546	0.32.41,4	+17,99	− 4,18
47	9,2	10.59.53,87	− 31,503	− 46,175	0.41.53,1	+19,36	− 1,18
49	9,8	11.28.53,67	18,122	− 26,589	0.41.17,9	+19,86	− 0,35

(1) Mouvement propre en Æ = − 0s,065.

(2) Mouvement propre en Æ = − 0s,348; en DP = − 0″,01.

Étoile.	Gr.	Ascension droite 1899,0.	Précession annuelle.	Variation séculaire.	Distance polaire 1899,0.	Précession annuelle.	Variation séculaire.
		h m s	s	s	° ′ ″	″	″
50	9,8	11.34.39,56	— 19,635	+ 39,279	0.30.36,1	+19,92	+ 0,31
52	9,8	12. 2.11,92	+ 2,163	— 0,862	0.48.27,5	+20,04	— 0,01
53	8,9	12.42.26,48	— 15,287	+ 23,987	0.46. 4,2	+19,70	+ 0,40
55	8,8	12.51.46,03	— 16,686	— 16,091	1. 5.32,8	—19,53	+ 0,54
57	9,6	12.54.27,49	— 57,268	213,103	0.17.55,2	+19,48	+ 1,96
56	9,9	12.57.28,05	24,424	+ 40,543	0.41.27,2	+19,42	+ 0,88
60	9,4	13.52.44,11	— 67,326	+ 131,612	0.30.49,1	+17,67	+ 4,63
61	9,8	14.18.17,47	— 56,985	+ 74,198	0.43.24,1	+16,50	+ 4,71
63	9,4	15. 5. 0,60	46,906	— 33,728	1. 6.23,4	+13,86	+ 4,93
64	9,6	15.16.56,20	—159,202	327,143	0.21.26,4	+13,09	+17,57
74	9,9	15.38.43,99	—535,219	+ 2977,454	0. 6.57,8	+11,59	+63,65
66	9,8	16. 0. 9,94	—289,066	— 711,781	0.13.37,4	+10,01	+36,50
65	8,6	16.11. 0,28	— 85,068	— 57,215	0.46.19,9	+ 9,18	+11,02
67	9,9	16.53. 4,57	—203,737	— 185,691	0.21.16,3	+ 5,77	+28,44
70	9,5	17.37.35,94	— 88,614	— 11,828	0.49.51,6	+ 1,96	+12,85
75	9,6	17.59.59,99	—154,792	— 0,069	0.29. 5,9	0,00	+22,56
72	10,1	18. 3.47,78	— 66,064	— 1,095	1. 6.25,6	— 0,33	+ 9,63
73	9,9	18. 7.23,34	— 71,045	— 2,490	1. 1.56,4	— 0,65	+10,35
77	9,9	18.27.50,70	—102,711	— 19,536	0.43. 6,2	— 2,43	+14,86
79	9,3	18.42.57,40	—110,702	— 35,175	0.39.40,0	— 3,73	+15,86
83	9,6	19.12.22,07	—214,078	— 222,371	0.20. 6,5	— 6,22	+29,66
80 (¹)	6,3	19.23.38,19	— 67,447	— 27,095	1. 0.50,7	— 7,15	+ 9,21
82	7,9	19.44.11,34	— 49,144	— 18,788	1.19. 1,5	— 8,80	+ 6,44
84	9,9	19.50.21,85	— 58,575	— 28,138	1. 6. 2,0	— 9,28	+ 7,57
86	7,9	19.59.52,31	— 53,281	— 25,880	1.10.36,5	—10,01	+ 6,73
88	8,4	21. 0.42,03	— 59,752	— 56,314	0.51.32,5	—14,22	+ 6,15
89	9,4	21. 8.48,70	— 37,858	— 25,309	1.16.14,3	—14,71	+ 3,76
91	10,2	21.37.34,42	— 37,547	— 32,223	1. 5.50,2	—16,30	+ 3,19
92	8,3	22.12.37,45	— 30,063	— 30,073	1. 2.35,8	—17,88	+ 1,99
93	9,9	22.31.12,68	— 19,653	— 17,152	1.16.21,4	—18,56	+ 1,09
95	8,9	22.54.41,58	— 15,169	— 15,119	1.10.47,1	—19,24	+ 0,63
96	8,6	23.11.19,68	— 18,535	— 29,244	0.44.48,6	—19,59	+ 0,58
100	9,8	23.48.43,00	— 0,624	— 2r,353	1. 1. 9,7	—20,02	+ 0,01
101	9,9	23.52:39,49	+ 0,877	— 0,654	1. 7. 1,1	—20,03	0,00

(¹) Mouvement propre en Æ = — 0ˢ,048 ; en DP = — 0″,02.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Influence histogénétique d'une forme antérieure, à propos de la régénération de la membrane de Descemet.* Note de **M. L. Ranvier.**

« Nous connaissons l'influence d'un premier cristal sur la cristallisation. Peut-on observer des phénomènes analogues dans la formation des tissus organiques? Quelques expériences sur la régénération de la membrane de Descemet permettent de répondre à cette question par l'affirmative.

» La membrane de Descemet occupe, comme on le sait, la face postérieure de la cornée. Elle paraît amorphe, vitrée; mais, en réalité, elle est formée, ainsi que Henle l'a établi, d'un nombre considérable de lamelles extrêmement minces, superposées comme les feuillets d'un livre. Elle adhère, en avant, aux lames de la cornée. En arrière, elle est séparée de l'humeur aqueuse par une couche de cellules endothéliales. C'est l'endothélium de Descemet.

» On peut employer deux procédés pour atteindre, diviser ou détruire partiellement la membrane de Descemet et son endothélium. Le premier consiste à faire, au moyen d'un instrument tranchant, une plaie pénétrante de la cornée; le second à introduire une aiguille à cataracte dans la chambre antérieure de l'œil, à amener sa pointe au contact de la face postérieure de la cornée et à la faire agir de manière à inciser la membrane de Descemet et les lames cornéennes les plus profondes. Cette petite opération a déjà été pratiquée par le professeur His et par le professeur Panas. Elle est suivie d'un résultat constant. Il se forme, au niveau de la solution de continuité, un épaississement considérable et un trouble plus ou moins prononcé de la cornée.

» Du sixième au septième jour, la tuméfaction disparaît et la cornée redevient transparente.

» A quoi tiennent le gonflement de la cornée et l'opacité de la partie tuméfiée? Pourquoi ces lésions disparaissent-elles du sixième au septième jour? Ce sont là des questions auxquelles mes recherches antérieures sur l'histologie de la cornée me permettent de répondre. Les fibrilles qui constituent les lames cornéennes sont très hygrométriques. Dès que la membrane de Descemet et son endothélium sont supprimés en un point, l'humeur aqueuse pénètre et les fibrilles se gonflent. Lorsqu'elles sont

gonflées par l'introduction d'un liquide moins réfringent qu'elles-mêmes, leur indice de réfraction diminue. Les cellules fixes de la cornée ne se laissent point imbiber et conservent, par conséquent, leur indice de réfraction. Dès lors le milieu cornéen, n'étant plus homogène, perd de sa transparence.

» Le gonflement et l'opacité sont donc deux phénomènes connexes.

» Si l'on sacrifie l'animal (ces expériences ont été faites chez le lapin) au moment ou peu après le retour de la transparence, c'est-à-dire le septième jour, et que l'on examine la cornée opérée sur des préparations faites comme il convient (voir mes Notes antérieures), on constate que la membrane de Descemet a été coupée ou détruite dans une région plus ou moins étendue et que toute la solution de continuité est maintenant recouverte d'une nouvelle couche endothéliale. A la limite de l'incision, la membrane vitrée, généralement coupée ou cassée d'une manière nette, est légèrement repliée en avant. L'endothélium l'accompagne dans cette inflexion, puis il se continue au delà sur toute la surface de la petite plaie.

» Si les lames cornéennes ont été attaquées par le tranchant de l'aiguille, cette surface est irrégulière; souvent même des lames cornéennes, sous l'influence de la pression exercée par l'aiguille, après avoir été divisées, sont écartées légèrement. L'endothélium, en pleine végétation, a pénétré partout où un chemin lui a été ouvert. En bien des points, au lieu de former une simple couche cellulaire, ce qui est sa condition normale, il se montre sous la forme de petits amas dans lesquels on voit plusieurs rangées de cellules. *La définition des endothéliums perd ainsi un de ses termes les plus importants.*

» Il n'y a pas encore trace de la régénération de la membrane vitrée elle-même. Cependant le gonflement a disparu. L'humeur aqueuse a cessé de pénétrer les lames cornéennes. Donc, pour atteindre ce but, l'endothélium suffit; la vitrée n'est point nécessaire.

» J'arrive maintenant au fait essentiel, celui qui m'a fourni le sujet de cette Note, je veux dire la régénération de la membrane de Descemet.

» Cette membrane est de formation endothéliale. Chez de jeunes embryons de Mammifère, elle n'existe pas encore, alors que l'endothélium est déjà constitué. Elle apparaît, par exemple, chez l'embryon de mouton de $0^{m},08$, sous la forme d'une lamelle à peine perceptible, au-dessous des cellules endothéliales. Elle n'est pas plus épaisse alors que la plaque endothéliale qui limite ces cellules à leur face postérieure et qui conservera la

même épaisseur pendant l'existence entière. Puis peu à peu, à mesure que l'embryon se développe, la membrane vitrée s'épaissit, pour atteindre chez l'adulte 10$^{\mu}$.

» Dans la régénération consécutive aux incisions ou aux destructions partielles, la membrane de Descemet se développe d'une façon un peu différente. Elle apparaît bien d'abord au-dessous de l'endothélium préformé, comme chez l'embryon, mais non partout en même temps. Elle commence à se montrer au voisinage immédiat, ou plutôt au contact de l'ancienne membrane, et de là sa formation gagne peu à peu le centre de la plaie.

» J'ai des préparations dans lesquelles la périphérie de la plaie est munie d'une membrane vitrée de nouvelle formation, tandis que son centre en est encore dépourvu. La nouvelle membrane est d'une grande minceur, elle s'insère sur l'ancienne et, fait fort important, non point sur sa surface de section, mais sur le dos de la convexité qu'elle forme en s'incurvant en avant, comme je l'ai dit plus haut. Cela est important, en effet, parce que l'on est ainsi conduit à admettre que ce ne sont pas les lamelles de l'ancienne membrane vitrée qui se poursuivent dans la nouvelle, mais que les lamelles de cette dernière sont nouvellement formées. L'influence de la vieille membrane vitrée sur l'édification de la jeune est donc toute de contact. Il y a là quelque chose d'analogue à l'accroissement d'un cristal dans une solution saturée du même sel; seulement il intervient dans la régénération de la membrane une autre condition qu'il ne faut pas oublier, et cette condition est primordiale : *l'activité formatrice des cellules endothéliales*. C'est seulement à la face antérieure des cellules endothéliales que les lamelles de la membrane de Descemet peuvent être élaborées. Ce sont ces cellules qui sécrètent les lamelles en question et chez l'embryon, il ne faut pas l'oublier, il ne leur manque rien pour accomplir cette fonction. Dans la régénération, au contraire, elles y sont sollicitées par la présence ou plutôt le contact d'un organe ayant une structure définie, celle-là même que va prendre la nouvelle membrane.

» Je dois quelques renseignements techniques à ceux qui voudront répéter mes expériences.

» Les coupes de cornée durcie par le liquide de Müller, ou par le liquide osmochromo-acétique de Flemming, colorées par le picrocarminate d'ammoniaque, puis traitées par la glycérine additionnée de $\frac{1}{100}$ d'acide formique, montrent la membrane de Descemet, l'ancienne et la nouvelle, rouge foncé. Si, après l'action du liquide de Flemming, on colore par la

thionine, on obtient le plus souvent, mais non d'une manière constante, des préparations dans lesquelles les cellules de l'épithélium antérieur sont violettes, tandis que le ciment qui les sépare est vert bleuâtre; les lames cornéennes sont teintées de violet faible grisâtre; les cellules fixes sont violettes; la membrane de Descemet, verte; les cellules endothéliales, violettes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Chimie minérale, vacante au Collège de France.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 44,

M. Le Chatelier obtient.......... 42 suffrages

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Joannis obtient............... 45 suffrages

Il y a 3 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre, par l'Académie, comprendra :

En première ligne.......... M. **Le Chatelier**,
En seconde ligne. .... M. **Joannis**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Th.-L. Mattei** adresse une « Démonstration du postulatum d'Euclide ».

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell, Rouché.)

M. S. **Leroux** adresse, d'Alger, un Mémoire « Sur l'influence de la hauteur d'une colonne de liquide sucré, pendant sa fermentation ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. L. **Pesce** prie l'Académie de renvoyer son Ouvrage sur la « Navigation sous-marine » à l'examen de l'une des Commissions de prix.

(Renvoi aux concours de l'année 1898.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris.* Note de MM. **W. Ebert** et **J. Perchot**, présentée par M. Lœwy.

« Les instruments méridiens se déforment sous l'influence de la pesanteur. Il en résulte, en particulier, une correction pour les mesures de distances polaires ; la flexion proprement dite est une fonction périodique de la distance zénithale, elle est développable en série de Fourier.

» Soient, pour une position déterminée de l'instrument, P_0 la lecture en distance polaire, P_v la lecture corrigée de la flexion, z la distance zénithale comptée dans le même sens que les distances polaires. On a

$$P_v = P_0 + a\sin z + b\cos z + a'\sin 2z + b'\cos 2z + \ldots.$$

» On peut déterminer les coefficients a, b, b' avec des observations d'étoiles directes et réfléchies ; mais ce procédé présente de grandes difficultés techniques. On s'est donc préoccupé d'obtenir ces quantités par des procédés physiques. M. Lœwy, directeur de l'Observatoire, a donné une méthode qui permet de trouver les flexions des deux parties du tube de la lunette. Nous nous proposons d'en faire ultérieurement une application complète.

» Dans la présente Note, nous donnons quelques indications sur la détermination de a et nous vérifions les valeurs trouvées en mesurant, pour les deux positions de la lunette, l'angle des mires ; nous obtenons b en employant le miroir zénithal et le bain de mercure ordinaire ; nous déterminons directement la chute du micromètre et nous la séparons des autres parties de la flexion.

» Le procédé le plus ancien et aussi le plus souvent utilisé pour obtenir a consiste à mesurer les distances polaires de deux faisceaux de rayons parallèles, de directions opposées et sensiblement horizontales. Au nord et au sud de la lunette, on place deux collimateurs N et S. Ce sont, en général, deux télescopes de Newton, munis d'un micromètre. On établit aussi bien que possible l'horizontalité de leurs fils. Un des faisceaux de rayons est produit directement par le fil d'un des collimateurs, soit S ; on place la lunette dans la position verticale et l'on ouvre le cube central ; les rayons le traversent et forment, dans le plan focal de l'autre collimateur N, une image du fil du micromètre de S. On établit la coïncidence de cette image et du fil de N. On dirige successivement la lunette vers chacun des collimateurs et l'on pointe leurs fils.

» Soient S_0 et N_0 les distances polaires ainsi obtenues. On a

$$a = \frac{N_0 - S_0}{2} - 90^{\circ}.$$

» Nous avons réglé, avec beaucoup de soins, l'éclairage et la mise au foyer du collimateur, afin d'obtenir dans la lunette de bonnes images des fils de son micromètre ; nous avons remplacé le collimateur S par la mire sud, qui est plus stable ; nous avons procédé comme il suit :

» 1° Distance polaire de la mire sud.

» 2° Coïncidence du fil du collimateur avec l'image de la mire sud, en évitant, autant que possible, toute espèce de pression. Immédiatement après, distance polaire de cette coïncidence.

» 3° Répétition des deux mesures précédentes.

» 4° Distance polaire de la mire sud.

» Avec cinq ou six groupes de ce genre, nous avons obtenu, pour les positions directe et inverse de la lunette, les valeurs suivantes, a_D et a_I, de a :

$$\left.\begin{array}{l} a_D = -0,69;\ -0,05;\ -0,30;\ -0.05;\ -0,64;\ -0,55;\ -0,35;\ -0,38 \\ a_I = -0,82;\ -0,71;\ -1,10;\ -0,71;\ -0,74;\ -0,78;\ -0,82 \end{array}\right\} \quad \text{Moy.} : \left\{\begin{array}{l} a_D = -0'',38 \\ a_I = -0'',81 \end{array}\right.$$

» La concordance de ces résultats, obtenus en variant les conditions de l'observation, et la vérification que nous en donnons plus loin nous permettent de recommander la disposition que nous avons adoptée.

» On n'avait pas, jusqu'à présent, déterminé d'une façon satisfaisante le coefficient b par des procédés physiques. On le déduisait des observations d'étoiles réfléchies. Les résultats que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 13 décembre dernier, montrent que l'on peut, avec cet instrument, déterminer b aussi facilement que a, avec les

collimateurs horizontaux. Le principe est d'ailleurs le même; le miroir zénithal et le bain de mercure jouent le même rôle que les collimateurs. En désignant par N_0 et Z_0 les lectures au nadir et au zénith, on a

$$b = \frac{N_0 - Z_0}{2} - 90^\circ.$$

» Avec les valeurs de N_0 et Z_0 données dans la Note citée plus haut, on trouve, pour la position directe et la position inverse de la lunette, les valeurs suivantes, b_D et b_I, de b :

$$b_D = +0'',04, \qquad b_I = -0'',04.$$

» Pour nous assurer que nous n'avions pas commis d'erreurs systématiques dans la détermination de a, nous avons vérifié les résultats avec l'angle des mires. En désignant par N_d, N_i, S_d, S_i, les distances polaires des mires nord et sud, dans les positions directe et inverse, on a

$$a_D - a_I = \frac{N_d - N_i}{2} - \frac{S_d - S_i}{2}.$$

» Nous avons alterné les mesures en positions directe et inverse, et nous avons trouvé :

$$a_D - a_I = -0'',39; \quad +0'',49; \quad +0'',62; \quad +0'',61; \quad +0'',16; \quad -0'',70.$$

Moyenne : $a_D - a_I = +0'',50$.

» Ce résultat concorde bien avec la valeur $+0'',45$ obtenue avec les collimateurs.

» En faisant abstraction des termes dont les arguments sont des multiples de z, nous avons donc pour notre instrument :

Position directe....... $P_c - P_0 = +0'',38 \sin z + 0'',04 \cos z$,
Position inverse...... $P_c - P_i = +0'',81 \sin z - 0'',04 \cos z$.

» Ces formules correspondent à la correction totale des différents effets de flexion.

» On peut en dégager la partie qui provient du déplacement du micromètre par rapport au corps de la lunette. En établissant la coïncidence du fil mobile du micromètre avec un fil fixe on trouve des valeurs différentes, selon que la tête de vis est en haut ou en bas. La lunette étant dans la direction horizontale, nous désignons par C_h et C_b les valeurs respectives de ces coïncidences, rapportées au zéro du micromètre. Nous avons trouvé, comme moyenne de vingt-quatre déterminations,

$$C_h - C_b = +1'',48.$$

» Nous nous proposons de déduire, de ce qui précède, la partie de la flexion horizontale qui est indépendante de la chute du micromètre. Nous la désignons par a^0.

» Imaginons, à cet effet, qu'on ait observé la mire et le collimateur avec le fil fixe. Soient L_s et L_n les lectures correspondantes du cercle. Dans la position directe, on a

$$N_0 = L_n + C_b, \qquad S_0 = L_s + C_h;$$

d'où

$$a_D^0 = a_D - 0'',74 = +0'',37.$$

» On trouve de même, pour la position inverse,

$$a_I^0 = -0'',08.$$

» En faisant de même les coïncidences aux différentes hauteurs, on peut tenir compte directement de la chute du micromètre et représenter par une série de Fourier le reste de la correction de flexion. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation conforme d'une surface sur une autre.* Note de M. G. Souslow, présentée par M. Darboux.

« Si deux surfaces avec les éléments linéaires ds et ds_1 sont représentées conformément l'une sur l'autre avec le module de similitude λ, il y a une relation entre les courbures totales K et K_1 des surfaces aux points correspondants et cette quantité λ.

» Pour démontrer cette relation, rapportons les surfaces aux coordonnées symétriques ξ, η; ξ_1, η_1

$$ds^2 = 2F\,d\xi\,d\eta, \qquad ds_1^2 = 2F_1\,d\xi_1\,d\eta_1.$$

» Alors les quantités F, F_1 et λ satisfont à l'équation

$$F_1 = F\lambda^2\varphi(\xi)\psi(\eta),$$

où les fonctions φ et ψ n'ont qu'un seul argument. En prenant la dérivée $\frac{\partial^2 \log F_1}{\partial\xi\,\partial\eta}$, nous trouvons

$$\frac{\partial^2 \log F_1}{\partial\xi\,\partial\eta} = \frac{F\lambda^2}{F_1}\frac{\partial^2 \log F_1}{\partial\xi_1\,\partial\eta_1} = \frac{\partial^2 \log F}{\partial\xi\,\partial\eta} + 2\frac{\partial^2 \log\lambda}{\partial\xi\,\partial\eta};$$

d'où sort la relation cherchée

$$K_1 = \frac{1}{\lambda^2}(K - \Delta^2 \log\lambda).$$

à l'aide des formules très connues

$$K = -\frac{1}{F}\frac{\partial^2 \log F}{\partial\xi\,\partial\eta}; \qquad \Delta^2\varphi = \frac{2}{F}\frac{\partial^2\varphi}{\partial\xi\,\partial\eta}. \text{ »}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la vitesse de propagation d'un mouvement dans un milieu en repos.* Note de M. P. **Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« Lorsqu'un mouvement se propage dans un milieu en repos, que je supposerai limité par un tube cylindrique, la vitesse de propagation est égale à la vitesse du son dans le milieu en repos, tant que la surface de séparation n'est pas le siège d'une discontinuité. L'hypothèse de la continuité implique, en effet, que la partie antérieure de l'onde incidente attaque le milieu en repos par des dilatations infiniment petites dont la vitesse de propagation est nécessairement celle du son. La nature et la grandeur des dilatations qui suivent n'interviennent donc pas sur le phénomène de propagation, et c'est sous cette stricte condition de continuité que la vitesse peut être regardée comme indépendante de la nature du mouvement qui se propage.

» Hugoniot a montré que les diverses ondes élémentaires dans lesquelles peut se subdiviser l'onde incidente se propagent chacune avec une vitesse constante, mais que cette vitesse varie d'une onde élémentaire à la suivante, cette vitesse étant fonction de la dilatation et, au moins dans le cas des gaz parfaits, d'autant plus grande que la tranche est plus condensée. Il en résulte que forcément les ondes condensées doivent rejoindre les ondes à dilatation infiniment petite qui assuraient, à l'origine du mouvement, la continuité avec le milieu en repos et que cette continuité fait place, après un parcours plus ou moins long, à une discontinuité dont la vitesse de propagation n'est plus définie par le seul milieu en repos mais dépend à la fois de l'état de ce milieu et de l'état du milieu ébranlé. La discontinuité apparaît donc au point de vue théorique comme la condition nécessaire pour qu'un mouvement puisse se faire jour dans un milieu en repos avec une vitesse supérieure à celle du son.

» J'ai cherché à mettre en évidence la réalité de ce fonctionnement en étudiant la vitesse de propagation de condensations produites par la déflagration de matières explosives.

» L'appareil que j'ai utilisé se compose d'un tube rectiligne en acier, de 22^{mm} de diamètre intérieur, formé de tronçons successifs vissés bout à bout, dont la longueur totale est de 4^{m}. Les deux extrémités sont fermées par des bouchons en acier dans lesquels peuvent se mouvoir suivant l'axe du tube des pistons en acier ou en aluminium munis de plumes traçant sur des cylindres tournants. Ces cylindres, de même diamètre, sont montés sur un même arbre parallèle à l'axe du tube.

» Une charge explosive est disposée dans le tube à une petite distance de l'une des extrémités. L'inflammation, obtenue par l'incandescence d'un fil rougi par un courant électrique, détermine la production d'une condensation qui se propage vers les deux extrémités. L'intervalle de temps qui sépare le premier déplacement des deux pistons correspond à la durée de parcours de la condensation depuis un point symétrique de l'une des extrémités par rapport au centre de la charge voisine jusqu'à l'extrémité opposée. Cette disposition diminue de quelques centimètres la longueur de parcours utile, mais elle a l'avantage d'éliminer les perturbations possibles dans les premiers instants de la combustion; elle permet l'emploi de récepteurs identiques, dont les retards de fonctionnement se trouvent éliminés par différence.

» Des repères tracés avant et après l'expérience, sur les cylindres immobiles, par un déplacement des pistons, fournissent avec une extrême précision les points des tracés à comparer qui passaient sous les plumes au même instant. La vitesse commune des cylindres est obtenue par une touche de diapason au moment de l'explosion.

» Les expériences ont porté sur deux modes de propagation. Suivant le premier mode, toute la charge est réunie à l'une des extrémités du tube et l'on étudie comment une condensation intense produite par la déflagration s'écoule en s'affaiblissant vers l'autre extrémité; suivant le deuxième mode, la charge est uniformément répartie et solidement fixée le long de l'axe du tube et l'on étudie comment une condensation faible produite par la déflagration d'une petite charge à l'une des extrémités se propage en se renforçant ou se régénérant par la combustion progressive de la charge qu'elle enflamme en se propageant.

» Il ne sera question dans cette Note que du premier mode de propagation, qui correspond à un phénomène relativement simple, celui de la période d'état variable de l'écoulement d'une masse gazeuse à haute tension.

» Le Tableau suivant donne les vitesses de propagation observées par

la déflagration de charges de poudre noire de chasse extra-fine et de fulminate de mercure :

TUBE DE 4^{m} : CAPACITÉ INTÉRIEURE 1^{lit},500.

Charge.	Densité de chargement.	Pression moyenne par cq.	Surpression au côté mise de feu.	Vitesse de propagation.	Poids des pistons.
		Poudre de chasse extra-fine.			
gr		kg	kg	m	gr
0,24	0,00016	0,5	»	336,8	10,5 aluminium
0,95	0,000625	2	»	333,2	Id.
3,80	0,0025	8	»	500,0	Id.
15,20	0,010	33	≥ 166	848,0	52 acier
17,40	0,0116	39	219	931,1	Id.
45,60	0,030	100	1272	1268,0.	Id.
		Fulminate de mercure.			
0,010	0,0000065	»	»	359,8	10,5 aluminium
0,040	0,000026	0,125	0,383	403,8 / 396,5	Id.
0,160	0,000104	0,5	»	550,1	Id.
0,630	0,000417	2	20	591,0	Id.
2,520	0,00166	8	»	762	52 acier
10,070	0,00666	33	1306	1138	Id.

» Ces nombres montrent que, à mesure que les condensations initiales s'accroissent, les vitesses *moyennes* de propagation, sur un parcours de 4^{m} environ, s'élèvent de la valeur de la vitesse du son à des valeurs quadruples, bien que les condensations produites à l'origine du mouvement restent fort inférieures à celles qui correspondent à l'emploi balistique des explosifs (¹).

» J'examinerai, dans une prochaine Communication, les caractères particuliers que présentent les tracés obtenus. »

(¹) M. l'Ingénieur Ribaillier m'a prêté, dans l'exécution de ces expériences, un concours dont je tiens à lui exprimer mes remercîments.

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« Les franges des lames argentées, que nous avons décrites dans un Mémoire antérieur ([1]), nous ont conduits à une méthode de spectroscopie interférentielle dont nous allons donner le principe.

» Nous avons montré que, si l'on observe par transmission en lumière monochromatique une lame d'air limitée par deux surfaces de verre faiblement argentées, on obtient un système de franges comparables à celles des lames minces ordinaires (franges de Newton), mais dont l'aspect est tout particulier à cause du pouvoir réflecteur élevé du verre argenté : chaque frange a l'aspect d'une ligne brillante très fine se détachant sur fond presque complètement obscur. Si la lumière n'est pas monochromatique, chaque frange deviendra un véritable spectre de la source lumineuse, et la dispersion des spectres ainsi produits sera d'autant plus grande que le numéro d'ordre des franges sera plus élevé. Le système de franges est assimilable aux spectres successifs donnés par un réseau dont le pouvoir de définition serait, il est vrai, médiocre, mais avec lequel on pourrait observer des spectres d'ordre aussi élevé que l'on voudrait. Si la lumière se compose de deux radiations chaque frange sera double, et ce dédoublement ira en s'accentuant à mesure que le numéro d'ordre des franges s'élèvera. Prenons, pour fixer les idées, les deux radiations du sodium dont les longueurs d'onde diffèrent d'à peu près $\frac{1}{1000}$ en valeur relative $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{1000}\right)$; le dédoublement est très apparent lorsqu'on arrive à la deux-centième frange (épaisseur d'air $0^{mm},06$), la distance des composantes de chaque frange étant alors $\frac{1}{5}$ de l'intervalle qui sépare deux franges successives. Plus généralement, si l'on arrive à la frange d'ordre n, on pourra dédoubler une raie dont les composantes sont telles que $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{5n}$. Avec une lame d'air de 5^{cm} d'épaisseur, on aura $n = 200000$ (en supposant $\lambda = 0^{\mu},5$), et

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 10^{-6};$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 802, et *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1897.

on pourra séparer deux raies dont la distance ne sera que $\frac{1}{1000}$ de l'intervalle des raies du sodium.

» Il faut, pour réaliser de semblables applications, que les franges fournies par chaque radiation restent parfaitement nettes jusqu'à un ordre très élevé. Or rappelons que, si e est l'épaisseur de la lame d'air qui produit l'interférence, la différence de marche des ondes qui l'ont traversée sous l'incidence i est $2e\cos i$. Tant que l'épaisseur e est faible, l'observation est très facile; il suffit d'éclairer l'appareil par un faisceau grossièrement parallèle et normal à la lame, et l'on peut admettre $\cos i = 1$; la différence de marche est $2e$, et l'on obtient, localisées dans la lame mince, des franges qui dessinent les courbes d'égale épaisseur. Mais il n'en est plus de même si l'épaisseur est grande : il faut éclairer la lame par un faisceau rigoureusement parallèle, sans quoi les ondes diversement inclinées donnent des systèmes de franges diversement placés, et le phénomène se brouille; il est nécessaire d'opérer différemment.

» Nous limitons la lame d'air par deux faces planes de verre argenté, et par un réglage convenable nous les rendons exactement parallèles; la lumière est légèrement convergente, et l'on observe à l'infini. Alors, e étant constant, la différence de marche qui correspond à la direction i étant $2e\cos i$, on obtient un système d'anneaux centrés sur la normale à la lame, qui présente l'aspect ordinaire des franges de lames argentées. Ils sont comparables à ceux que l'on peut observer avec toute lame isotrope à faces parallèles (voir Mascart, *Traité d'Optique*, t. I, p. 445), et analogues aussi à ceux que M. Michelson a utilisés. Le réglage du parallélisme des lames se fait très facilement en observant à travers le système une petite ouverture éclairée, placée au foyer d'une lentille; le moindre défaut de parallélisme se traduit par la production d'une série d'images dues aux réflexions multiples sur les faces argentées.

» En résumé, notre spectroscope interférentiel se compose de deux lames de verre planes dont les faces argentées sont en regard; leur distance et leur orientation peuvent être réglées au moyen d'appareils que nous décrirons plus tard. On observe à l'infini les anneaux produits en éclairant le système par un faisceau légèrement convergent provenant de la source à étudier.

» Avec cet appareil, nous avons vérifié que, ainsi que M. Michelson l'avait annoncé, la raie verte du thallium est double. Les lames étant placées à 3^{mm} d'intervalle, les anneaux sont dédoublés, l'intensité des deux sys-

tèmes n'étant d'ailleurs pas la même. La source employée était un tube de M. Hamy, contenant du chlorure de thallium ([1]).

» On voit que notre méthode repose, comme celle de M. Michelson, sur l'observation de franges d'ordre très élevé; cependant, les deux méthodes présentent quelques différences qu'il est nécessaire de faire ressortir. Supposons, pour fixer les idées, que l'on étudie une source lumineuse composée de deux radiations simples d'éclats différents, dont la distance soit seulement $\frac{1}{100}$ de celle des deux raies du sodium. Dans la méthode de M. Michelson, cette complexité de la source se traduira par une diminution progressive de la visibilité des franges à mesure que l'on élèvera leur numéro d'ordre; cette visibilité ira en diminuant jusqu'au numéro d'ordre 50000, et jusque-là il sera sans doute impossible de dire si cette diminution de visibilité est due à une double raie ou simplement à une raie élargie; plus loin, la visibilité augmentera de nouveau, et l'on sera ainsi averti que la raie est réellement double. Dans notre méthode, dès la vingt-millième frange, il y aura dédoublement, et l'on saura que la raie est double ([2]), non par une série d'aspects successifs, mais par un seul aspect du phénomène; on voit séparément chaque radiation, comme avec un spectroscope. »

PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de la décharge des conducteurs frappés par les rayons* X ([3]). Note de M. G. **Sagnac**, présentée par M. Lippmann.

« Le rôle du métal dans la décharge par les rayons X a été signalé par MM. Benoist et Hurmuzescu ([4]). Son étude a été faite par M. J. Perrin ([5]);

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 749; 1897.

([2]) Des remarques analogues seraient applicables à l'ingénieux appareil de M. Hamy (*Comptes rendus*, 20 décembre 1897), qui doit d'ailleurs fournir, comme celui de M. Michelson, des anneaux localisés dans le plan focal de la lentille et dont il observe le centre. Inversement, l'appareil de M. Michelson pourrait servir à résoudre le problème que s'est posé M. Hamy, en projetant une image réelle des anneaux et utilisant seulement la partie centrale.

([3]) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne. Note déposée dans la séance du 27 décembre 1897.

([4]) Benoist et Hurmuzescu, *Comptes rendus* du 30 mars 1896, t. CXXII, p. 779.

([5]) J. Perrin, *Comptes rendus* du 1er mars 1897, t. CXXIV, p. 455. *Thèse de doctorat*, p. 47-57.

la méthode de M. J. Perrin consiste essentiellement à déduire de l'effet total l'effet dû au gaz traversé par les rayons X, *effet gaz* antérieurement isolé par lui ([1]). M. J. Perrin pense pouvoir conclure de ses expériences que :

» En tous les points qu'atteignent les rayons de Röntgen dans la surface de séparation d'un gaz et d'un métal, se forment des quantités égales d'électricités positive et négative ou, d'une manière abrégée, une *ionisation superficielle* se produit en ces points. S'il existe un champ électrique, les charges d'un certain signe sont aussitôt absorbées par le métal et les charges de signe contraire s'éloignent de ce métal en décrivant les lignes de force aux extrémités desquelles elles se trouvaient d'abord.

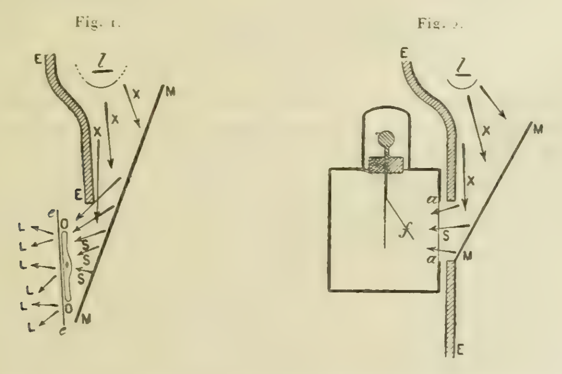
» Cette théorie s'accorde suffisamment avec les expériences de M. J. Perrin dans lesquelles l'action du métal n'est manifeste qu'au voisinage de la surface du métal.

» Les phénomènes que j'ai découverts échappent à cette théorie :

» I. La surface d'un métal M, frappée par les rayons X, émet de nouveaux rayons que j'ai appelés *rayons secondaires du métal* M et que caractérise surtout une absorption par les différents corps bien plus grande que celle des rayons X.

» La *fig.* 1 montre comment on peut constater l'action des rayons secondaires S sur un écran fluorescent *ee*.

» EE est un écran de plomb protégeant *ee* contre les rayons X. Si l'objet O est la main de l'opérateur, les os n'apparaissent pas, car les rayons secondaires S du métal ne traversent pas les chairs.



» La *fig.* 2 montre comment on peut constater *directement* l'action des

([1]) J. Perrin, *Comptes rendus* du 10 août 1896, t. CXXIII, p. 351. *Thèse de doctorat*, p. 28-47.

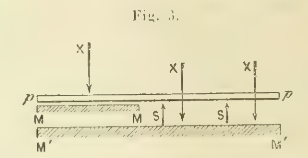
rayons secondaires S sur la feuille d'or *f* d'un électroscope dont l'entrée *aa* est protégée électrostatiquement par une très mince feuille d'aluminium battu ([1]).

» L'illumination de l'écran au platinocyanure et l'action photographique se manifestent en même temps que l'action sur l'électroscope, et réciproquement. L'action électrique est assez énergique pour faire disparaître en quelques secondes une grande divergence de la feuille d'or *f*. Cependant le champ électrique de *f*, entièrement renfermé dans la cage de l'électroscope ne comprend pas le conducteur M. On ne peut donc pas expliquer cette action à distance du conducteur M par une ionisation spéciale à la surface de M. C'est une action due aux rayons secondaires de M qui se comportent à la manière des rayons X ([2]).

» J'ai vérifié le fait suivant que j'avais prévu déjà ([3]) : les rayons secondaires peuvent décharger une surface métallique sans rencontrer ni cette surface, ni les surfaces avec lesqelles la première échange des lignes de force ; ils agissent surtout en rendant l'air conducteur de l'électricité ([4]).

» II. L'action des rayons secondaires d'un métal M sur une plaque photographique *pp* (*fig.* 3) recevant les rayons X par sa face verre peut être

Fig. 3.



égale à l'action des rayons X incidents quand le métal M est près de toucher la couche sensible; mais une simple feuille de papier noir, interposée entre *pp* et MM, affaiblit un peu l'action dans le cas du cuivre, davantage dans le cas du zinc et surtout de l'étain ou du plomb.

» L'action des rayons secondaires s'affaiblit dès que le métal est éloigné en M'M' de quelques millimètres ([5]).

([1]) Voir G. Sagnac, *Comptes rendus* du 6 décembre, t. CXXV, p. 944.

([2]) Toutefois, la déperdition de l'électricité négative est un peu plus rapide que celle de l'électricité positive.

([3]) G. Sagnac, *Comptes rendus* du 26 juillet 1897, t. CXXV, p. 232.

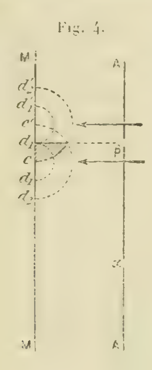
([4]) Cette propriété des rayons secondaires est précisément celle que M. J. Perrin a découverte pour les rayons X. (J. Perrin, *loc. cit.*)

([5]) Pour étudier, avec précision, l'absorption par différentes épaisseurs du gaz à partir du métal M, il suffit de répéter, pour le phénomène de la décharge, l'expérience

» On conçoit maintenant que l'action du métal puisse paraître approximativement superficielle, surtout si l'on emploie pour exciter le métal un pinceau de rayons X d'une largeur médiocre.

» Dans l'expérience que M. J. Perrin décrit, p. 51 de sa Thèse, le déplacement d'un pinceau de rayons X, de c en c' (flèches de la *fig.* 4), fait disparaître l'action propre du métal de l'armature MM. Cela tient à ce que le centre c d'émission des rayons

Fig. 4.



secondaires de MM se trouve transporté en c' : la zone d'action hémicylindrique $d_1 d_1$ des rayons secondaires sur le gaz ambiant est transportée en $d_1 d'_1$ à l'extérieur de la région utile $\alpha\beta d_1$M; elle ne compte plus. La zone comprise entre $d_1 d_1$ et $d_2 c'$ s'est transportée en cd'_2; elle n'intervient plus que par la région ombrée dont l'étendue est inférieure à $\frac{1}{4}$ de la zone entière et pour laquelle l'émission est oblique. Les zones suivantes ont encore leur étendue utile et leur action notablement affaiblies pour les mêmes raisons; l'absorption par l'air rend d'autre part les zones d'autant moins importantes qu'elles sont de rang plus élevé. On s'explique ainsi que, pour deux armatures AA, MM, distantes de 2^{cm}, un déplacement du pinceau d'au moins cinq millimètres de c en c' fasse disparaître la majeure partie de l'effet dû au métal.

» La propriété des rayons secondaires d'être absorbés complètement, par le métal M qui les émet, dans une épaisseur ε environ cent fois plus faible que la couche e nécessaire pour arrêter les rayons X, explique enfin

---

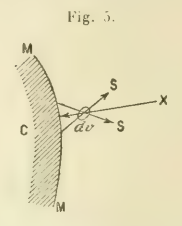
de la *fig.* 3 où pp est une feuille d'aluminium battu formant avec MM ou M′M′ un condensateur plan. On peut ainsi constater, surtout dans un gaz raréfié ou peu absorbant, que l'action des rayons secondaires du métal M augmente avec l'épaisseur de gaz qui sépare MM de pp. Mais il faut s'inquiéter de l'*effet tertiaire* que peut produire l'aluminium pp en transformant les rayons secondaires de MM.

que M. J. Perrin ait trouvé *l'effet métal par unité de surface indépendant de l'inclinaison sur le rayon* ([1]). Ce résultat, vérifié pour l'incidence de 45°, devient moins exact quand l'incidence i des rayons X est assez grande pour que la longueur $\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\cos i}$, parcourue par les rayons dans la couche active ε, cesse d'être négligeable vis-à-vis de l'épaisseur e.

» *En résumé,* l'action du métal dans la décharge, approximativement localisée au voisinage de la surface du métal dans les expériences de M. J. Perrin, s'exerce aussi à distance. On ne peut donc pas l'expliquer par une ionisation superficielle. Au contraire, les faits relatifs à la décharge se groupent bien autour de l'explication suivante :

» Dans chaque élément de volume dv, la masse gazeuse adjacente au conducteur métallique C (*fig.* 5) est rendue conductrice de l'électricité à

Fig. 5.



la fois par l'action des rayons X incidents (*effet primaire*) et par les rayons secondaires S que le métal émet sous l'influence des rayons X (*effet secondaire*). C'est l'effet secondaire qui correspond au rôle du conducteur métallique dans le phénomène de la décharge par les rayons X. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé simple de transformation directe en clichés photographiques des clichés typographiques et autres objets de faible relief plan.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours des recherches expérimentales par lesquelles j'ai démontré ([2]) que l'apposition d'objets à peu près quelconques sur la gélatine

---

([1]) J. Perrin, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 455.

([2]) *Société française de Physique*, 18 juin et 16 juillet 1897.

d'une plaque sensible légèrement voilée, dans un bain révélateur abandonné au repos sous faible épaisseur, peut donner naissance à presque toutes les apparences que certains observateurs avaient prises, autour de l'empreinte du doigt humain, pour des photographies d'*effluves de fluide vital,* j'avais été frappé accessoirement de ce fait, qu'une pièce de monnaie, dans ces conditions, donnait une image parfaitement modelée de son relief.

» L'explication semblait, de prime abord, très simple. Le révélateur, immobilisé dans un espace confiné, devait, en si faible couche, agir proportionnellement à son épaisseur sur les molécules sous-jacentes de gélatino-bromure d'argent, préalablement mises en état d'être, par lui, réduites ([1]). Et c'est bien, en effet, ce qui se passe avec les gravures en creux, dont tous les traits se reproduisent avec une intensité proportionnelle à leur profondeur et donnent, sur la plaque, un *positif* noir, très exact, se détachant sur le fond blanc des plages qui ont été, par le contact des surfaces planes du métal, préservées de l'action du révélateur.

» L'inverse se passe dans un cliché typographique en relief, qu'il suffit d'appliquer sur la gélatine ([2]) pour en obtenir un *négatif* très net, qui, à son tour, fournira des épreuves photographiques positives du dessin ([3]).

» Mais, au cours de cette opération, l'on ne peut faire autrement que d'être frappé des inégalités qui se manifestent dans le noircissement du gélatino-bromure sous les grands creux du bloc typographique. Cela n'a, pratiquement, pas d'inconvénient sérieux; car le contraste entre les noirs et les parties totalement préservées de l'action réductrice est toujours assez grand ([4]) pour que, au tirage de l'épreuve positive, aucune inégalité ne se manifeste dans les blancs. Mais si, théoriquement, on reconnaît, dans ces

([1]) C'est dans ce but que la plaque doit être munie (si elle ne le possède à l'état latent, comme les instantanées) du minimum de voile nécessaire à un commencement de noircissement dans le révélateur employé.

([2]) Soigneusement nettoyé, bien entendu, et brossé, en dernier lieu, dans la solution même du révélateur.

([3]) Épreuves retournées, il est vrai, mais qu'on peut toujours redresser, s'il y a intérêt, en opérant sur pellicule, ou pelliculant le cliché de verre.

([4]) On peut, d'ailleurs, toujours augmenter ce contraste, ainsi que, d'une manière plus générale, l'intensité de reproduction des creux, en éclairant la plaque pardessous pendant le développement, soit dans une cuvette de verre, soit à l'air libre, lorsque les creux de l'objet à reproduire gardent, en dehors du bain, la quantité de révélateur nécessaire.

inégalités, les tachetages rubanés très caractéristiques que produisent toujours, libres ou confinées, les couches peu épaisses de révélateur abandonné au repos, on est ramené à penser que des actions très diverses ne laissent pas de compliquer la simplicité de la formule d'abord imaginée, que semblait pourtant justifier la régularité du dégradé qui, toujours, sépare le fond noirci de la plaque du point de contact d'une calotte sphérique posée sur la gélatine.

» La capillarité est certainement au premier rang des causes modificatrices, à juger par la régularité des sélections d'activité réductrice qui sont opérées, par elle, à l'intérieur de tout ménisque, et qui se traduisent, sur le cliché, à l'instar d'ondes condensantes ou dilatantes, par des zones conjuguées, alternativement *luminoïdes* et *obscuroïdes* ([1]). De là des complications particulières lorsqu'on cherche à reproduire non plus seulement de simples traits gravés ou saillants, mais un modelé, soit en relief, soit en creux, comme celui d'une médaille ou d'un sceau. La reproduction, en ce cas, n'est jamais qu'approximative et flou, quoique toujours intéressante, à cause de sa facilité d'obtention comparée à tous les autres procédés.

» Encore le résultat dépend-il de la forme du pourtour des objets. Un rebord de saillie proportionnée au relief (comme dans les monnaies modernes) est favorable en ce qu'il localise l'action du liquide. Mais, s'il présente la moindre brèche capillaire, on voit se produire par là, du dehors au dedans, malgré la compression exercée par la pièce sur la gélatine, un appel très curieux, non pas de tout le révélateur indistinctement, mais spécialement de sa partie active, qui dessine, sur le cliché, la trajectoire de ses molécules, en petites aigrettes luminoïdes extrêmement intenses de traits aigus et fins, toujours bien rectilignes, s'ils n'ont été détournés par quelque obstacle voisin.

» J'avais déjà observé ces mêmes houppettes ([2]), mais souvent dirigées en sens inverse, en posant sur la gélatine la section légèrement écaillée de larges tubes de verre. Or, dans ce cas, aucune dissymétrie chimique n'existe entre les deux parties séparées du liquide. A quoi donc attribuer, alors, cette sorte d'*osmose interne* ([3]), sinon aux dissymétries capillaires produites

([1]) J'emprunte à M. J.-C. Chaigneau ces expressions qui ont l'avantage très appréciable d'être débarrassées de toute ambiguïté quant au sens et de tout préjugé quant à l'interprétation causale.

([2]) *Revue scientifique*, 4e série, t. VIII, p. 626; 13 novembre 1897.

([3]) L'osmose ordinaire paraît elle-même jouer son rôle lorsqu'on essaie de repro-

soit par les parois du trajet infinitésimal, soit par les deux courbures, concave et convexe, du solide immergé?

» En tout cas, la lumière, ici, pas plus que dans tous les phénomènes de même ordre que j'ai précédemment étudiés, ne joue aucun rôle, et le gélatino-bromure uniquement celui d'enregistreur. Tout vient du liquide [1], et peut-être n'est-il pas inutile d'insister là-dessus en présence des interprétations singulières auxquelles ont prêté déjà des apparences du même genre, parfaitement *luminoïdes*, il est vrai, mais nullement lumineuses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers isocyaniques et la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide.* Note de M. **Paul Lemoult**.

« J'ai obtenu les isocyanates alcooliques (carbimides alcooliques) par l'action des éthers méthyl et éthylsulfurique sur le cyanate de potassium; conformément aux indications de Wurtz, il paraît indispensable d'employer du cyanate récemment préparé et de ne s'adresser qu'à des matières premières absolument exemptes d'eau. Même dans ces conditions, les plus avantageuses, le rendement est toujours faible; voici le meilleur que j'aie pu obtenir : 100^{gr} de CAzOK, chauffés avec 200^{gr} d'éthylsulfate de Na, donnent 21^{gr} (théorie 87^{gr}) de produits volatils à la température de réaction. Ce liquide, rectifié quelques heures plus tard, donne seulement 12^{gr} d'isocyanate d'éthyle pur; le reste est le produit de polymérisation. Le rendement est donc de 15 pour 100 au plus.

» Les isocyanates, obtenus comme je viens de le dire, sont rectifiés jusqu'à ébullition à température constante, puis analysés : l'Az y est dosé par la méthode à la chaux sodée. Ces corps brûlent très bien dans la bombe calorimétrique; néanmoins la détermination de leur chaleur de combustion a été assez laborieuse, à cause de la nécessité absolue d'éviter une vaporisation partielle des liquides employés; celle-ci fausse complètement les résultats par suite du changement d'état, et, par suite, de la réaction des

duire des feuilles fraîches en les appliquant, au moyen d'une glace, contre la gélatine, dans le bain. On voit se dessiner, en effet, non seulement toutes les nervures, mais encore les inégalités du parenchyme, comme la tache axiale de *Lamium maculatum* L.

(1) L'instabilité du liquide est encore attestée par le fait qu'il suffit d'abandonner, dans le bain servi de diamidophénol, certains objets de métal (des pièces d'or, un sceau de cuivre) pour les voir se recouvrir, à la longue, d'une couche blanche adhérente d'argent.

vapeurs sur l'eau de la bombe. Il faut employer des ampoules de coton-poudre très épaisses, à fond de platine, et éviter avec le plus grand soin le contact du coton-poudre avec les liquides qui le dissolvent; on est d'ailleurs averti de la moindre fuite par l'odeur insupportable des éthers cyaniques employés.

» *Isocyanate de méthyle* $O = C = Az - CH^3$. — Liquide incolore, bouillant à 40° et se polymérisant avec une extrême facilité; le liquide contient d'abord quelques aiguilles soyeuses qui augmentent peu à peu et qui, au bout d'une journée, l'envahissent complètement. La polymérisation se fait aussi bien par l'intermédiaire des vapeurs, et j'ai observé, sur les bouchons de mes flacons à cyanate de méthyle, une sublimation de fines aiguilles soyeuses. Pour éviter toute cause d'erreur provenant d'une dissolution possible du cyanurate formé, dans le cyanate générateur, j'ai fait précéder toutes mes déterminations calorimétriques d'une première rectification immédiate et je me suis assuré qu'il n'y avait pas eu polymérisation dans l'intervalle. Le produit dont je me suis servi contenait 24,72 et 24,6 pour 100 d'Az (théorie 24,56). Voici le résultat des expériences calorimétriques :

Chaleur de combustion de 1^{gr} . . . . . . $4718^{cal},1$; $4732^{cal},3$; $4705^{cal},4$
Moyenne : $4718^{cal},6$.

» On déduit de la moyenne précédente, les résultats suivants :

	Chaleur de combustion moléculaire.	Chaleur de formation moléculaire.
A volume constant	$268^{Cal},9$	
A pression constante	$269^{Cal},3$	$+22^{Cal},8$

» *Isocyanate d'éthyle* $O = C = Az - C^2H^5$. — Liquide incolore, bouillant à 60°; ce corps est beaucoup plus stable que le précédent : un échantillon rectifié une première fois, il y a environ trois mois, a, depuis lors, été rectifié cinq ou six fois sans jamais laisser de résidu solide et ne manifeste aucune trace de polymérisation.

Dosages d'Az . . . . 19,5 et 19,75 pour 100 Théorie : 19,71 pour 100.

» Voici les résultats obtenus par la combustion dans la bombe calorimétrique :

$5980^{cal},92$ $5975^{cal},23$ $5970^{cal},8$ Moyenne : $5975^{cal},6$

pour 1^{gr}. On a donc

	Chaleur de combustion moléculaire.	Chaleur de formation moléculaire.
A volume constant	$424^{Cal},2$	»
A pression constante	$424^{Cal},4$	$+31^{Cal}$

» On doit tirer de ces résultats quelques conclusions importantes :

» 1° Les deux isocyanates considérés sont bien des homologues réguliers, puisque leur chaleur de combustion présente la différence $155^{Ca.}$ relative à ces sortes de composés.

» 2° Si nous comparons la chaleur de formation de 1 molécule d'isocyanate de méthyle ($22^{Cal},8$) à celle de $\frac{1}{3}$ de molécule du produit polymérisé ($57^{Cal},5$), la différence entre ces nombres, $34^{Cal},7$, représente le dégagement de chaleur qui accompagne la polymérisation d'une molécule de composé cyanique, le produit initial et le produit final étant pris dans leur état actuel. Le nombre correspondant, dans la série des composés éthyliques ($65^{Cal},9 - 31^{Cal}$), $34^{Cal},9$, accuse d'une façon remarquable le parallélisme absolu des corps de ces séries. Nous pouvons, par une extrapolation suffisamment justifiée, admettre que la moyenne $34^{Cal},8$ représente le dégagement de chaleur accompagnant le phénomène qui fait passer l'acide cyanique liquide à l'état d'acide cyanurique solide, et, par conséquent, en déduire, pour la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide, le nombre ($55^{Cal},45 - 34^{Cal},8$), c'est-à-dire $20^{Cal},65$.

» Il est du même ordre de grandeur que celui que j'ai déduit de la considération des chlorures cyanique et cyanurique, 26^{Cal} (*Comptes rendus* du 11 janvier 1897), et présente avec lui un accord suffisant, eu égard aux considérations très différentes qui ont servi à établir ces deux nombres.

» 3° On admet généralement que l'acide cyanique est un carbimide et que son H est lié à l'Az; s'il en est ainsi, la chaleur de combustion de l'acide cyanique doit différer de celle de l'isocyanate de méthyle de $161^{Cal},3$ (*Comptes rendus* du 29 novembre 1897); elle est donc de

$$269^{Cal},3 - 161^{Cal},3 = 108^{Cal},$$

d'où l'on déduirait la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide $+20^{Cal},8$.

» On aurait pu admettre le nombre établi plus haut ($20^{Cal},65$) et en déduire, par un raisonnement inverse, la formule de constitution de l'acide cyanique. On peut donc regarder ces considérations comme donnant à la fois la formule de constitution et la chaleur de formation probable de l'acide cyanique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle cétone cyclique, la méthylcyclohexénone* II. Note de M. A. Béhal, présentée par M. Friedel.

« J'ai donné, dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1036), la marche suivie pour isoler à l'état de pureté les différentes cétones que l'on peut extraire de l'huile de bois. Je me propose, dans cette Note, d'établir la constitution de l'une d'elles.

» Le dérivé benzoylé fusible à 167° donne, par traitement au moyen des alcalis, une oxime fusible à 121°,5 qui, hydratée par l'acide chlorhydrique, fournit une cétone bouillant à 192° et fondant à + 12°.

» Cette cétone répond, d'après son analyse et la détermination de son poids moléculaire, à la formule $C^7H^{10}O$. Elle ne se combine pas au bisulfite de sodium et ne donne pas d'iodoforme au contact de l'iode et des alcalis. Dissoute dans le sulfure de carbone et additionnée d'un léger excès de brome en solution dans le même solvant, elle donne, sans dégagement d'acide bromhydrique, un dérivé dibromé, incolore, bien cristallisé, très soluble à chaud dans l'alcool à 90°, d'où il se dépose par refroidissement, et très soluble également dans l'éther de pétrole. Il possède une odeur agréable de camphre. Stable à sec ou en solution dans l'éther de pétrole, il s'altère au contact de l'air humide ou de l'alcool.

» La cétone réagit sur le perchlorure de phosphore avec un grand dégagement de chaleur. Il se forme un liquide d'un bleu vert intense, soluble dans l'alcool avec la même coloration. La solution brunit par l'eau et par les alcalis, et le liquide, entraîné par la vapeur d'eau, fournit une très petite quantité d'un dérivé chloré, plus lourd que l'eau, qui possède une odeur rappelant celle de l'essence de térébenthine, une trace d'un dérivé solide, et surtout de la cétone qui est régénérée.

» L'oxydation, réalisée au moyen du permanganate en solution à 4 pour 100, est extrêmement nette. Il ne se forme que de l'acide acétique et de l'acide lévulique.

» Voici les détails de l'oxydation. On emploie pour 10^{gr} de cétone 40^{gr} de permanganate. L'action de l'agent d'oxydation est immédiate à froid, mais s'arrête quand on en a ajouté le quart. Cela nous indique qu'il se forme un glycol que nous étudierons ultérieurement. Puis, pour continuer l'oxydation, on est obligé de chauffer au bain-marie et finalement à l'ébullition. Dès que le permanganate est décoloré, on neutralise la liqueur par

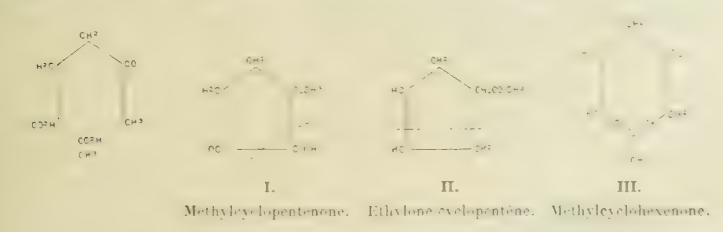
l'acide carbonique, on filtre et l'on évapore dans le vide. Le résidu est délayé dans l'alcool absolu et soumis à l'action d'un courant d'acide chlorhydrique jusqu'à refus. On distille et l'on trouve alors un léger excès d'alcool, de l'acétate d'éthyle et du lévulate d'éthyle. On caractérise ce dernier par son point d'ébullition (205°-207°), son analyse et par la propriété que possède l'acide qu'on en régénère par saponification, de donner avec l'iode ou le brome, en présence des alcalis, de l'iodoforme ou du bromoforme, en même temps qu'on obtient de l'acide succinique.

» Ces données nous suffisent pour établir la constitution de la cétone.

» La fixation de deux atomes de brome seulement nous oblige à admettre l'existence d'une chaîne cyclique.

» Il ne se forme dans l'oxydation que deux acides, dont la somme des atomes de carbone est égale à celle des atomes de carbone de la cétone. Nous ne pouvons concevoir leur formation qu'en admettant que la rupture de la chaîne cyclique s'est faite aux endroits qui, dans les composés formés par oxydation, renferment de l'oxygène.

» Si nous mettons en regard les chaînes carbonées des deux acides, nous ne pouvons arriver à construire ainsi que trois schémas :



I. Méthylcyclopenténone. II. Éthylone cyclopentène. III. Méthylcyclohexénone.

» En faisant les coupures indiquées par les lignes pointillées, nous obtiendrons, dans les trois cas, les mêmes produits d'oxydation, à savoir les acides acétique et lévulique.

» Ces trois formules mettent également en évidence les fonctions éthylénique et cétonique de la molécule.

» En examinant la formule II nous voyons que, suivant toute vraisemblance, un corps de cette constitution devrait se combiner au bisulfite de sodium et, en tout cas, donner de l'iodoforme au contact des alcalis et de l'iode. C'est ce qui n'a pas lieu et ce qui nous porte à rejeter cette formule.

» La formule I représente une penténone, la formule III une hexénone, et nous savons par expérience qu'entre deux corps possédant la même

teneur en carbone, celui-là bout le plus haut dont la chaîne cyclique est la plus carbonée. Or le point d'ébullition (192°) conduit plutôt à admettre l'existence d'une chaîne hexagonale ; c'est ainsi que la méthylcyclopenténone 3 bout à 142° et la cyclohexanone à 155°.

» L'action du perchlorure de phosphore permet aussi de tirer une indication relative à la constitution. En effet, M. Maquenne (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1066) a trouvé que le carbure obtenu par l'action de l'acide iodhydrique sur la perséite est identique au méthylcyclohexène 1 isolé par M. Renard des produits de la distillation de l'essence de résine (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIX, p. 26) et il considère comme caractéristique des tétrahydrures benzéniques, la formation de matières colorantes vertes par l'action successive du brome, du chlorure d'aluminium et de l'alcool. Il a de plus trouvé que le méthylcyclohexène, traité par l'acide chlorhydrique et le zinc, en présence de l'alcool, se colore en vert (*Comptes rendus, loc. cit.*). Or la cétone dont il s'agit, qui serait en somme la cétone correspondant à l'heptine de la perséite, se colore en vert sous l'influence de l'acide chlorhydrique et de l'alcool en présence du zinc ; mais la liqueur se décolore par l'hydrogénation ultérieure. Les formules de l'heptine et celle de la cétone montrent leurs analogies de constitution :

Heptine de la perséite
(méthylcyclohexène).

Cétone
(méthylcyclohexénone).

» Cependant, il y a une distinction profonde entre ces deux corps ; tandis que le méthylcyclohexène, traité par l'acide sulfurique à froid, donne du méthylcyclohexane avec dégagement d'acide sulfureux, la cétone, au contraire, chauffée avec de l'acide sulfurique concentré à 150°, n'est pas attaquée.

» Je me suis demandé si cette cétone existait bien dans l'huile lourde, ou si elle n'avait pas été créée par l'action des réactifs. On ne peut pas répondre d'une façon absolue de son existence dans le mélange primitif, mais ce que l'on peut affirmer, c'est qu'une fois créée elle conserve ses caractères primordiaux. En effet, la cétone, combinée à l'hydroxylamine,

régénère la même oxime fusible à 121°,5 qui fournit le dérivé benzoylé primitif fusible à 167°.

» Dans une prochaine Note, je me propose d'indiquer le résultat de mes recherches sur la constitution de la cétone, dont l'oxime fond à 102°. »

ZOOLOGIE. — *Préliminaire sur l'origine des capsules surrénales des Poissons lophobranches.* Note de M. **Huot**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les auteurs qui ont étudié le développement des capsules surrénales font dériver ces organes de l'épithélium du cœlome. Les ganglions sympathiques prendraient part aussi, dans certains cas, à leur constitution. L'étude du développement des capsules surrénales chez les Poissons lophobranches m'a conduit à une conclusion toute différente.

» Chez de très jeunes embryons de *Syngnatus Dumerilii*, les deux canaux de Wolff, un peu avant de déboucher dans la vessie urinaire, présentent chacun un bourgeonnement, une évagination du côté externe. Chacun de ces bourgeons creux sera plus tard une capsule surrénale et communique, à ce moment, avec un canal de Wolff. A ce stade, les capsules surrénales ressemblent à des glandes pourvues d'un conduit excréteur.

» A un stade plus avancé, mais encore très voisin du précédent, la communication des bourgeons avec les canaux de Wolff n'existe plus et l'on trouve, à la place des deux glandes surrénales, deux vésicules closes, formées par une seule assise de cellules et entourées complètement par une fine membrane conjonctive.

» Ces vésicules se subdivisent dans la suite et formeront chacune un amas plus ou moins compliqué de vésicules secondaires, qui, chez l'adulte, sera une capsule surrénale. Les capsules surrénales peuvent garder, chez l'adulte, leur place primitive (*Syngnatus Dumerilii, S. rubens, Nerophis*) et, chez d'autres, s'enfoncer dans le tissu rénal et s'éloigner ainsi de leur lieu d'origine (*Hippocampus guttulatus*).

» Notre étude a eu pour objet un groupe très restreint de Téléostéens. Il serait donc imprudent d'étendre nos conclusions aux autres groupes de Vertébrés. Écartant l'idée d'une généralisation trop hâtive, nous pouvons cependant croire que le mode d'origine des capsules surrénales chez les Lophobranches n'est pas un fait isolé et pourra être observé dans d'autres groupes de Poissons.

» *En résumé*, les capsules surrénales des Poissons lophobranches pro-

viennent de deux diverticules creux dont chacun est un bourgeonnement de la partie postérieure d'un canal de Wolff. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annélides* (¹). Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. E. Perrier.

« A la question si importante, en elle-même et pour l'embryogénie générale, mais si controversée, de l'origine des bulbes sétigères et des néphridies, je puis apporter quelque contribution par les résultats de mes recherches sur la régénération chez les Annélides (²).

» I. Bulbe et sac sétigères. — 1° *Nephthys.* — Les champs latéraux sont occupés par les formations sétigères, hâtives et volumineuses. L'ectoderme et le mésoderme s'y montrent en active prolifération, d'où résultent des amas entre les divers faisceaux musculaires transverso-sagittaux intermétamériques et entre les groupes de cellules épidermiques, restées cylindriques, qui leur correspondent. On est surtout frappé par l'existence d'évaginations centrifuges dans l'épiderme, dues à l'accroissement des amas mésodermiques; mais on arrive à reconnaître que dans l'axe de ces cônes mésodermiques pénètrent, et à deux niveaux ventral et dorsal, des invaginations centripètes ectodermiques. Le cône interne ectodermique se développe en *bulbe,* générateur de l'acicule et des soies; le cône externe mésodermique est le *sac,* d'où dérivent les muscles de ces organes.

» 2° *Allolobophora fœtida.* — Les bulbes les plus jeunes qu'on puisse reconnaître apparaissent comme de petites masses à cellules relativement grandes, à protoplasme peu colorable, avec leurs soies distinguables de très bonne heure par leur réfringence. Ils font alors partie d'amas plus ou moins nets formés par les éléments d'une couche profonde, encore indistincte, de l'épiderme, au milieu des prolongements des cellules épidermiques et des fibres musculaires transverses naissantes; lorsqu'on suit cette couche vers le sommet du bourgeon, on la voit se réduire à des amas de cellules nés de l'ectoderme et situés entre les prolongements profonds de ses éléments. Les bulbes plus anciens, à éléments plus nombreux, avec leurs deux soies plus visibles, s'enfoncent davantage et, dépassant les faisceaux musculaires longitudinaux étendus maintenant latéralement jusqu'à eux, ils refoulent le revêtement péritonéal; celui-ci arrive à les entourer pour constituer leurs *sacs,* d'où les muscles des soies se développeront assez tardivement. Les bulbes ventraux sont voisins de l'extrémité des né-

(¹) Travail des laboratoires de M. le professeur Giard, à la Sorbonne (Évolution) et à Wimereux.

(²) Voir : *Comptes rendus,* 7 et 14 décembre 1896; *Comptes rendus de la Soc. de Biologie,* 1897 et 1898. — Le Mémoire détaillé est en voie de publication.

phridies. Les bulbes dorsaux sont moins avancés que les bulbes ventraux, et ceux-ci eux-mêmes ne sont pas, comme les néphridies, reconnaissables au sommet du bourgeon.

» *L'origine des soies* est, chez les *Nephthys,* nettement intracellulaire, par suite, vraisemblablement, unicellulaire. Il en est probablement de même de l'*acicule;* sa base se trouve profondément engagée dans une grande cellule; mais, n'ayant pu réussir à distinguer un très jeune acicule en totalité à l'intérieur d'une cellule, je ne puis affirmer. d'uue part, que ce soit là une cellule formatrice plutôt qu'une simple cellule de soutien par les prolongements qui y aboutissent et qui lui appartiennent peut-être, et, d'autre part, que ce soit une cellule formatrice à l'exclusion des autres cellules du fourreau de l'acicule.

» II. Néphridies. — 1° *Allolobophora fœtida.* — Les néphridies, facilement reconnaissables, dès le début, à leurs cellules transversales, disposées en séries, petites sur le cordon, plus grandes sur le pavillon, apparaissent au sommet du bourgeon dans les champs latéraux, près des métamères cœlomiques à peine clivés. Les ébauches les plus jeunes que j'aie pu distinguer étaient représentées par une grande cellule dans l'épaisseur de la cloison, à son extrémité extérieure, suivie de quelques petites cellules en une très courte série dirigée postérieurement et latéralement. D'une part, cette ébauche paraissait indépendante des deux sacs cœlomiques voisins, tout au moins du sac postérieur, plus jeune et moins étendu vers la surface, sur le côté duquel elle restait, touchant seulement sa paroi par son bord profond; d'autre part, son extrémité se trouvait faire partie des amas sous-épidermiques, précédemment indiqués à propos des soies. Dans les champs latéraux, surtout au sommet du bourgeon, les diverses couches ne sont pas encore limitées; si l'on suit, vers le plan médian, la série des coupes, on reconnaît que le lieu de formation des néphridies est plutôt en dedans du plan des faisceaux musculaires longitudinaux; mais, par contre, lorsque ces faisceaux ont disparu, on voit les sacs cœlomiques s'étendre vers la surface (pour isoler la chaîne nerveuse); en sorte que, dans la même zone profonde, on trouve, successivement et en continuité de tissus encore primitifs, les ébauches néphridiennes et les amas sous-épidermiques, les prolongements des sacs cœlomiques, l'ébauche nerveuse. Il me semble donc que l'ébauche néphridienne, intermédiaire (comme chez tous les animaux néphridiés) entre l'ébauche musculaire et l'ébauche cœlomique proprement dite, a plutôt une origine neutre, que la différenciation rendra ultérieurement ectodermique et mésodermique, suivant l'une ou l'autre extrémité, celles-ci pendant l'accroissement conservant respectivement leurs connexions sous-épidermique et péritonéale. La néphridie, d'abord courte et droite, s'allonge et refoule le revêtement péritonéal pour passer à l'intérieur du contour de la cavité cœlomique, en même temps que, par le développement de la cloison, elle s'écarte de la paroi du corps. La grande cellule, se divisant, forme une saillie à la face antérieure de la cloison, ébauche du pavillon; le cordon, avec ses petites cellules transversales alternantes, par suite de son allongement, se replie en une première anse postérieure; la partie terminale du cordon se reconnaît engagée entre le sac sétigère ventral et la future couche musculaire transverse, puis se perd parmi les cellules plus ou moins groupées de cette couche. Quant à l'ouverture extérieure à travers l'épiderme, j'ignore comment elle s'effectue; elle est très tardive, car on n'en voit pas encore de traces dans les bourgeons avancés à nombreux segments.

» 2° Chez les Polychètes (*Nephthys, Scoloplos, Nerine*) la formation même des néphridies est extrêmement tardive : sur des bourgeons avancés, avec acicule et soies bien formés, on n'en découvre pas d'ébauche.

» En résumé, dans la régénération caudale des Annélides, les *bulbes sétigères* sont *ectodermiques* et les *sacs sétigères* sont *mésodermiques ;* les *néphridies* sont d'origine neutre, *ectomésodermique*, dans l'ébauche générale encore incomplètement différenciée, en sorte que les connexions de leurs extrémités sont fixées dès le début. Ces résultats, d'une part sont rationnels au point de vue de l'organogénie générale, d'autre part, en accord avec ceux de l'embryogénie ([1]), plaident en faveur de la loi, parfois un peu légèrement attaquée, du parallélisme entre les divers modes de développement. »

M. H. **Tarry** adresse une série de Cartes relatives à la tempête qui a abordé l'Europe à la fin du mois de décembre dernier.

(Renvoi à M. Mascart.)

M. **Marhem** adresse une Note relative à un système d'éclairage électrique latéral, en vue de prévenir les accidents sur les voies ferrées.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Tome CXXV, séance du 27 décembre 1897.)

Note de M. *M. Lœwy*, Méthode spéciale pour la détermination, etc. :

Page 1142, ligne 2 en remontant, et page 1143, ligne 11, *au lieu de* $\tau_1 + \frac{i}{2} = 90°$, *lisez* $\tau_1 + \frac{i}{2} = \pm 90°$.

Page 1147, ligne 10 en remontant, *au lieu de* 101 étoiles, *lisez* 72 étoiles.

([1]) En prenant comme base de comparaison le Mémoire important le plus récent, celui de Bergh, relatif au Lombric.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 10 JANVIER 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

M. A. Chatin prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

« La gradation ou perfection des espèces végétales, donnée par la variété et la localisation des organes, par la non-multiplicité des parties homologues, et aussi par l'hermaphrodisme, tel est le sujet que je vais esquisser.

» La *racine* établit une distinction très nette entre les deux grands embranchements des Phanérogames.

» Bien localisée dans les Dicotylédones (Chou, Œillet, Rosier, Poirier), où elle se compose d'un seul corps central, duquel partent des ramifications, qui vont, s'éloignant de la souche, comme les branches s'éloignent du tronc de l'arbre, de telle sorte que le système radiculaire forme comme un arbre souterrain, parallèle à l'arbre aérien.

» Au contraire, dans les Monocotylédones (Blé, Tulipe, Palmier), pas de localisation en une souche unique, mais de multiples radicelles homologues.

» La *tige* est à considérer en morphologie et en anatomie.

» En morphologie, elle se présente ramifiée chez les Dicotylédones (Chêne, Cerisier); mais ses ramifications, véritable répétition de l'axe primitif, n'impliquent pas manque de localisation.

» Quant aux Monocotylédones (Palmier, Dracéna), si elles ont souvent la tige simple, ce n'est aucunement par fait de localisation, mais par arrêt de développement, comme le prouvent les petits bourgeons existant à l'aisselle de leurs feuilles, bourgeons latents, qui parfois se développent en branches quand la tête est abattue, ce qui est d'observation commune chez les Dracénas et se voit parfois chez les Dattiers. C'est ainsi qu'il existe encore à Sidi-Ferruch, dans la cour du bel établissement agricole des Religieux, toute une cépée qui a remplacé un Dattier coupé par les boulets dans la décisive bataille qui donna Alger à la France.

» Du reste, dans bon nombre de Monocotylédones herbacées (Blé, Pâturin), les tiges sont multiples et homologues.

» Donc, ici abaissement morphologique, soit par arrêt de développement, soit par multiplication des organes.

» L'anatomie de la tige, plus encore que sa morphologie, élève les Dicotylédones. La localisation y est complète : corps fibro-vasculaire composé d'un nombre limité de faisceaux disposés symétriquement en cercle, systèmes cortical et médullaire distincts.

» Chez les Monocotylédones, au contraire, faisceaux multiples, pas de symétrie, nulle localisation.

» La *feuille*, troisième et important organe de l'appareil de nutrition, est à considérer surtout dans son pétiole, qui recèle de remarquables faits de localisation.

» Trois états sont à considérer :

» Tantôt les faisceaux libéroligneux, vraie charpente de la feuille, sont très nombreux : c'est le cas de la plupart des Monocotylédones.

» Tantôt, comme dans beaucoup de Dicotylédones (Fraisier, Tilleul), et quelques Monocotylédones (*Tamus*, *Smilax*), les faisceaux existent en nombre limité, 3, 5, 7, 9.

» Ailleurs enfin, les faisceaux se conjuguent en un seul. Attribut général des Corolliflores (Jasmin, Laurier-rose), cet état se retrouve partiellement chez les autres classes de Dicotylédones, jamais parmi les Monocotylédones.

» La forme des feuilles est le plus souvent subordonnée à la disposition des faisceaux dans leur pétiole.

» Au faisceau unique correspond toujours la nervation dite *pennée* (Olivier, Frêne).

» Aux faisceaux très nombreux, la nervation parallèle des feuilles de Monocotylédones, la partition de celles des Ombellifères.

» Enfin, à des faisceaux en nombre limité, la nervation palmée (Érable, Vigne, Platane).

» Or le signe de relèvement que j'attribue, en Botanique, à la variété, à la localisation et à la limitation de nombre des parties homologues se retrouve en Zoologie.

» Que l'on compare entre elles diverses classes, comme les Myriapodes et les Insectes hexapodes, ou le même animal aux divers stades de sa vie, la larve aux nombreux anneaux homologues, aux papillons à trois paires de pattes, au corselet et à l'abdomen localisés, en même temps que le système nerveux s'est concentré, et l'on reconnaîtra que, sur les questions ici visées, les deux règnes, appuyés l'un sur l'autre, sont en plein accord.

» Généralement étagées en spirales qui semblent ne devoir finir qu'avec l'élongation même des rameaux, les feuilles, à un moment et sur des points donnés, cessent tout à coup de se produire.

» C'est qu'un appareil nouveau, d'ordre supérieur, l'appareil de la reproduction, apparaît.

» Des verticilles ou cercles, attribut de la fleur, se substituent aux spires des feuilles.

» La symétrie foliaire fait place à la symétrie florale.

» Mais, encore ici, la nature ne fait pas de sauts, et la Rose, reine des fleurs, est la première à le proclamer, dans un distique, attribué (on ne prête qu'aux riches) à Castel :

» Son calyce, qui n'a pas rompu toutes attaches avec les feuilles dont il garde la couleur verte, en même temps que ses cinq sépales apparaissent en cinq fois, formant comme une courte spire en quinconce dont les folioles portent, dans le bouton, sur leurs bords recouvrants des barbules qui manquent aux bords recouverts, ce qu'exprime le distique, mis dans la bouche de l'un des cinq sépales, recouvrant d'un côté, recouvert d'autre côté, et le troisième né :

Quinque sumus fratres, unus barbatus et alter ;
Imberbes alii : Sum semiberbis ego.

» Avec la corolle, formant le second verticille floral, avec les étamines

et les pistils, qui viennent ensuite, complétant l'appareil de reproduction, s'affirme, par la naissance simultanée, de toutes les parties, quel qu'en soit le nombre, de chaque cercle, le type floral.

» Mais l'apparition en une seule fois des parties d'un verticille corollin, staminal ou pistillaire reste, toutefois, subordonnée à ce fait que, quel que soit d'ailleurs leur nombre sur chaque cercle, le nombre des cercles sera, pour chaque sorte d'organes, limité à un, à deux au plus.

» Mais si, ce qui n'est pas rare pour les étamines et les pistils, leurs parties viennent à se multiplier, comme cela a lieu pour les Magnolias et les Renoncules, il y a rétrogradation vers le type foliaire spiralé; cette rétrogradation est inconnue dans les Corolliflores.

» Par la réunion, dans une même fleur, des appareils mâle et femelle, étamines et pistils, ce qui constitue l'hermaphrodisme, le règne végétal rompt, vis-à-vis du règne animal, la solidarité qui l'unissait à lui par les organes de nutrition (aux points de vue de la localisation, de la variété et de la limitation du nombre de ces organes).

» C'est qu'un nouveau facteur, propre aux animaux, l'appareil nerveux, qui préside à la volonté, à la locomotilité, et généralement à toute la vie de relation, est apparu : comme conséquence l'animal pouvant librement rechercher sa compagne sera dioïque.

» Quelques attaches, du reste, resteront encore ici par leurs représentants les plus dégradés, hermaphrodites chez quelques animaux privés de locomotilité (huîtres, etc.), unisexués en d'assez nombreuses plantes.

» C'est dans les Dicotylédones supérieures, les Corolliflores surtout, que règne sans partage l'hermaphrodisme.

» Là, les pétales sont unis en une enveloppe continue (Bruyère, Liséron, Nicotiane), comme pour mieux assurer la fécondation autonome et empêcher que le léger pollen ne s'échappe pour aller, chez les fleurs du voisinage, se livrer à ces fécondations adultères dites, par quelques-uns, nécessaires pour assurer la perpétuité de l'espèce : assertion beaucoup trop absolue contre laquelle protestent les faits et qui déjà a rejoint l'hypothèse des plantes carnivores, attribuant un rôle de carnassiers à nos bien innocents Rossolis (*Drosera*), qui émaillent, de leurs frêles épis blancs, les mousses qui tapissent les prés humides ou sont flottantes sur les marécages.

» Que si, en effet, le Rossolis emprisonne, en rapprochant sur lui les bords de sa feuille et l'entourant de nombreux cils qui la recouvrent, l'insecte gourmand venu boire le nectar qu'elle produit, il ne fait pas autre-

ment pour la sèche bûchette ou le petit caillou accidentellement projetés sur elle.

» Le Rossolis ne dévore pas plus l'insecte que le caillou :

» L'occlusion de la feuille du Rossolis a d'ailleurs pour cause la faculté d'irritabilité, irritabilité bien connue et si brusquement mise en jeu dans la Sensitive dès qu'on la touche, ou simplement par le passage d'un nuage agitant l'air, irritabilité qui, par phénomène spontané ou que provoque une faible piqûre, fait que les étamines, sortant vivement du capuchon où elles s'abritaient dans le Kalmia, l'Épine-Vinette, la Pariétaire et l'Ortie, la Rue, les Mahonias, etc., viennent se jeter sur le pistil, qu'elles recouvrent du pollen fécondateur.

» Dans le Sparmannia, les étamines redressées autour du pistil, successivement jettent sur lui leur poussière fécondante, puis retombent inertes.

» Dans les Passiflores, Nigelles et Onagres, ce sont les stigmates qui vont au-devant des étamines.

» Certaines fleurs de *Lamium*, de *Viola* et d'*Oxalis*, toujours closes, ont cependant des graines fertiles.

» Ces fleurs, dites *clandestines*, se retrouvent dans trente familles.

» Il en est de même des fleurs dites à huis clos (Campanulées, Riz, etc.).

» Pourquoi, se demandera-t-on encore, ces intéressants phénomènes, s'il ne doit, s'il ne peut y avoir de fécondation autonome?

» L'hermaphrodisme, forme de localisation appropriée à la vie de la plante, est, lui aussi, comme la variété des organes, etc., un signe de perfection du végétal, mais il est des exceptions.

» Ici se présentent toute une série de faits trop instructifs pour que quelques-uns d'entre eux ne soient pas rappelés.

» Chez les plantes monoïques (Noyer, Châtaignier), les fleurs mâles sont en général assez nombreuses et rapprochées des fleurs femelles sur le même pied.

» Souvent même les fleurs mâles, placées au-dessus des fleurs femelles, n'ont qu'à s'ouvrir pour que le pollen tombe sur les stigmates.

» Dans les plantes dioïques (Dattier, Pistachier, Épinard), les individus mâles sont fréquemment entremêlés aux pieds femelles; mais les sexes peuvent, par circonstances diverses, être fort distants l'un de l'autre; c'est ainsi qu'il n'existe en France que des pieds femelles du Saule pleureur et des mâles de Stratiotes.

» En cette classe de végétaux, le pollen toujours sec et très fin, jamais gros comme en bon nombre d'espèces hermaphrodites, peut être porté par

les vents à de grandes distances : les prétendues pluies de soufre ne sont autre chose que des pluies de pollen venant de lointaines forêts de Pins.

» Il est cependant quelques exemples historiques de plantes dioïques, restées stériles par suite de l'éloignement de tout pied mâle.

» Un Palmier femelle (Chamœrops) vécut stérile à Berlin, jusqu'au jour où le savant Gleditsh, imitant une pratique des Babyloniens et des Arabes pour féconder le Dattier, secoua sur ses fleurs du pollen rapporté de Carlsruhe, où il y avait un Chamœrops mâle.

» C'est aussi à Berlin qu'un pied femelle du Rhodiola, jolie Crassulacée de nos Alpes cultivée au Jardin botanique depuis 1802, ne fructifia qu'en 1850, époque où une plante mâle fut mise près de la femelle.

» Sur le golfe de Venise, à Otrante, végétait un Dattier femelle, qui ne devenait fécond que les rares années où des vents favorables lui apportaient le pollen d'un Dattier mâle placé à trente milles de là, à Brindisi.

» Étant donné que le pollen perd toute qualité prolifique au contact de l'eau, la fécondation des plantes vivant submergées semblait devoir être impossible, même pour les espèces hermaphrodites; mais il n'en est rien, grâce à des conditions providentielles.

» Ou, comme dans les Potamots et l'Utriculaire, qui vivent entre deux eaux, le moment fixé pour la fécondation étant arrivé, les pédicelles, se redressant, élèveront les fleurs au-dessus de l'eau.

» Ou, comme pour l'*Alisma natans*, la Callitriche d'automne, partie des fleurs de l'*Euryale* et certaines Renoncules aquatiques, les fleurs, restant submergées, garderont bien closes leurs corolles, sous lesquelles, à la faveur d'une bulle d'air retenue captive, le pollen pourra arriver, sans altération, aux stigmates.

» Ou encore, l'Aldrovanda, hôte des eaux dormantes du midi de la France, sous lesquelles elle reste attachée au sol jusqu'au jour où, le moment de l'anthèse approchant, elle s'élèvera, légère, à la surface de l'eau, portée par mille bulles d'air qui ont rempli les lobules de ses feuilles, changés en autant de petites vésicules.

» Plus merveilleux encore sont les phénomènes qui assurent la fécondation de la Vallisnérie, espèce dioïque qui vit fixée au fond du Rhône et des canaux du Midi, où elle semblait condamnée à une stérilité éternelle à laquelle elle n'échappera que par une série d'actes qui, signalés pour la première fois par Micheli il y a près de deux cents ans, sont toujours sujet d'étonnement et d'admiration.

» Portées chacune sur un pédicelle indéfiniment extensible, les fleurs

femelles s'élèvent, par l'allongement de celui-ci, jusqu'à la surface des eaux, où elles resteront longtemps, attendant la visite des fleurs mâles, qui, surmontant tous les obstacles, ne manqueront pas au rendez-vous.

» Réunies en grand nombre sur de courts pédicelles inextensibles, les fleurs mâles, au moment voulu, briseront leurs attaches et, allégées par une bulle d'air renfermée sous leur calyce, s'élèveront comme autant de petits ballons, à la surface de l'eau, où elles se mêleront aux fleurs femelles.

» Alors leurs calyces (1) s'ouvrent, et le pollen se porte librement sur les pistils.

» Après ce temps, le long pédicelle de la fleur femelle s'enroule en une courte spirale et la ramène au fond des eaux (2).

» On comprend que cet ensemble harmonique de phénomènes ait inspiré les poètes, au premier rang desquels Castel et l'abbé Delille.

» Castel les expose ainsi dans son poème, *Les Plantes :*

Le Rhône impétueux (3), dans son onde écumante,
Pendant neuf mois entiers nous dérobe une plante,
Dont la tige s'allonge en la saison d'amour,
Monte au-dessus des flots et brille aux yeux du jour.
Les mâles, jusqu'alors dans le fond immobiles,
De leurs liens trop courts brisent les nœuds débiles,
Voguent vers leur amante et, libres dans leurs feux,
Lui forment sur le fleuve un cortège amoureux.
On dirait d'une fête où le dieu d'Hyménée
Promène sur les flots sa troupe fortunée.
Mais les temps de Vénus une fois accomplis,
La tige se retire en rapprochant ses plis
Et va mûrir sous l'eau sa semence féconde.

» Je rappelle que j'ai donné (4) une raison anatomique de l'enroulement du pédicelle de la Vallisnérie, où un petit cordon libérien asymétrique qui manque aux pédicelles mâles et aux tiges, remplit, par rapport à un faisceau central, le rôle du métal le moins dilatable dans le thermomètre de Bréguet; explication qui, sans rien ôter au merveilleux du phénomène,

(1) La corolle avorte.

(2) Contrairement à la croyance ancienne, l'enroulement et le retrait sont fatals, même pour les fleurs non fécondées.

(3) A noter que la Vallisnérie se trouve vers les bords du fleuve, où l'eau est le moins agitée.

(4) A. Chatin, Mémoire sur le *Vallisneria spiralis*, avec cinq planches, in-4°. Paris, Mallet-Bachelier; 1855.

montre qu'il est voulu, rien n'étant laissé au hasard dans la providentielle ordonnance des corps organisés, pas plus que dans l'harmonie générale des mondes qui circulent, sans jamais se heurter, dans les espaces célestes.

» D'Abbadie (Antoine-Thompson), né en 1810 à Dublin, est mort à Paris le 20 mars 1897. Sa famille, originaire des Basses-Pyrénées, y avait de grands domaines, ancienne seigneurie, dans lesquels elle vint se réinstaller en 1820.

» D'humeur aventureuse et d'une intrépidité bien béarnaises, d'Abbadie, que poussaient d'ailleurs des aspirations vers les choses de la Science, voulut servir celle-ci dans de lointains voyages, où au travers de populations toujours défiantes, parfois hostiles, il sut honorer et faire aimer le nom de la France.

» Après avoir rempli au Brésil une mission que lui avait confiée notre Académie, d'Abbadie partit avec son jeune frère Armand, pour explorer l'Éthiopie où il séjourna de 1837 à 1845, s'avançant jusqu'aux sources du Nil Blanc et se livrant à de savantes études d'Astronomie, de Géodésie, de Physique, de Géographie, d'Histoire, de Numismatique et d'Ethnographie.

» De sérieuses notions de Médecine qu'il avait acquises en prévision de ses futurs voyages, où elles pouvaient lui servir de passeport, le firent consulter souvent par les indigènes; ses succès lui valurent même le nom de *grand médecin français*, honneur qui, m'a-t-il dit, le rendit plus d'une fois perplexe, car il fallait toujours guérir, sous peine, peut-être, de mort.

» En 1882, malgré son âge déjà avancé, A. d'Abbadie accepta de l'Académie des Sciences une troisième mission et partit pour observer le passage de Vénus à Saint-Domingue.

» Il fut le seul, je crois, à qui sa visite à la brillante déesse ne rapportât rien, ni places, ni honneurs. Le gentilhomme béarnais ne recherchait que la pure gloire, en servant la Science et son pays.

» M. d'Abbadie a beaucoup observé et beaucoup écrit.

» Ses principales publications sont les suivantes :

» *Observations relatives à la Physique du globe*, faites au Brésil et en Ethiopie, 1873.

» *Géodésie d'une partie de la Haute Éthiopie*, Ouvrage revu par M. Radau, 1875.

» *Dictionnaire de la langue Amarinna*, 1881.

» Quelque temps après son retour d'Éthiopie, où il avait servi grandement la France, en préparant, auprès du Négus, de bonnes et amicales relations entre les deux pays, A. d'Abbadie était nommé chevalier de la Légion d'honneur, en même temps que son frère Armand.

» On peut croire que notre digne Confrère était, à sa mort, le plus ancien chevalier de France — et de Navarre.

» D'autres honneurs lui étaient réservés.

» D'Abbadie, qui en 1892 avait été élu Président de l'Académie des Sciences, recevait de celle-ci, en 1896, la médaille Arago, haute et rare récompense attribuée aux auteurs d'importants services rendus à l'Astronomie.

» Comme le duc d'Aumale, d'Abbadie a voulu que son œuvre lui survécût en donnant généreusement à l'Académie des Sciences, pour qu'elle y assurât la continuation de cette œuvre, son bel observatoire d'Abbadia, avec le château, ses dépendances territoriales et revenus. Ainsi que l'en assura, dans une éloquente allocution, notre éminent Confrère le Président Cornu, en lui remettant solennellement la médaille Arago dans la séance du 26 janvier 1896, l'Académie veillera jalousement à ce que les recherches commencées à l'observatoire d'Abbadia y soient continuées à la fois dans l'intérêt de la Science et pour l'honneur de la mémoire du généreux donateur, à qui chacun de ses Confrères garde un souvenir reconnaissant.

» Des Cloizeaux (Legrand-Alfred-Louis-Ollivier) naquit à Beauvais le 17 octobre 1817; il est mort le 6 mai 1897.

» Ses études classiques terminées, Des Cloizeaux ne tarda pas, dans un but d'études minéralogiques et géologiques, à entreprendre de longs voyages en Allemagne, en Russie, dans la Scandinavie et l'Islande, où il eut, raconte-t-il, le rare bonheur d'assister à une éruption de l'Hécla, au cours de l'année 1845.

» Bientôt après, il marquait par d'intéressantes recherches sa place au premier rang des minéralogistes cristallographes.

» Sa carrière scientifique, désormais assurée, marchera à grands pas.

» Répétiteur à l'École Normale en 1858, Membre de l'Académie des Sciences où il occupa, en 1869, le fauteuil de l'infortuné Vicomte d'Archiac, il était nommé, l'année suivante, professeur au Muséum.

» L'Université de Leyde lui décernait, en 1895, un diplôme d'honneur de Philosophie.

» En même temps qu'il se livrait à de brillantes recherches originales, M. Des Cloizeaux écrivait des Ouvrages de vulgarisation, parmi lesquels :

» *De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en Minéralogie*, in-4°, 1857.

» *Leçons de Cristallographie*, in-4°, 1861.

» *Manuel de Minéralogie*, 2 vol. in-8°, 1862-1874.

» *Sur les propriétés optiques et cristallographiques des minéraux*, in-8°, 1875.

» M. Des Cloizeaux, qu'une longue et douloureuse maladie tenait depuis plusieurs années éloigné de son laboratoire et de nos séances, a tracé dans la Science, par ses belles études de Cristallographie optique, un fécond sillon.

» Nous garderons à l'éminent et bon Confrère, qui fut d'un commerce agréable et sûr, un durable souvenir.

» Fils de Frédéric Schützenberger, professeur à l'École de Droit et maire de Strasbourg, Paul Schützenberger, notre éminent et très regretté Confrère, naquit en cette ville le 23 décembre 1829; nous l'avons perdu le 26 juin dernier : enlevé par une courte, mais implacable maladie qui le terrassa comme il mettait la dernière main à ses belles recherches sur les corps de la complexe série des albuminoïdes.

» L'un de ses oncles, Charles Schützenberger, professeur à la Faculté de Médecine, frappé de ses heureuses dispositions, forma le projet de l'avoir pour successeur. C'est dans cette vue qu'il obtint de lui, non sans quelques difficultés, de suivre les cours de la Faculté.

» Mais, bien avant d'arriver au doctorat, le jeune Paul se donnait tout entier à la Chimie vers laquelle il était invinciblement attiré.

» Admis, dès 1849, dans le laboratoire du vénérable Caillot (père de l'un de nos plus brillants généraux de corps d'armée), il y remplaça Ad. Wurtz, cet élève de Caillot à qui il devait, plus tard après la triste guerre de 1870, donner l'hospitalité, à Paris, dans son propre laboratoire.

» En 1853, le savant Persoz, rude aux siens comme à lui-même, le prenait au titre de préparateur de son *Cours de Teinture et d'Impressions* au Conservatoire des Arts et Métiers.

» Mais un an à peine s'était écoulé qu'il acceptait successivement, de la ville de Mulhouse, la direction de ses Écoles, *Professionnelle* et *Supérieure* de l'*Enseignement des Sciences*.

» C'est là que vint le chercher le sagace et prévoyant Balard, pour qu'il le secondât dans cet enseignement du Collège de France, qui devait plus tard lui échoir, par droit de conquête.

» Les travaux de Schützenberger, publiés dans plus de cent Mémoires au milieu desquels émergent, comme des phares, ses longues et brillantes recherches sur les matières colorantes et sur les composés albuminoïdes, au milieu desquelles une mort prématurée est venue l'arrêter dans ses découvertes.

» Schützenberger mena de front, avec les recherches originales, la publication d'importants Ouvrages de vulgarisation, parmi lesquels nous citerons les suivants :

» *Chimie appliquée à la Physiologie animale et au diagnostic médical*, 1864.

» *Des matières colorantes*, 1866.

» *Les Fermentations*, 1875.

» *Traité de Chimie générale*, comprenant les applications de la Chimie aux Sciences biologiques et aux Arts industriels, six volumes in-8°, 1879-1890.

» Ses remarquables et incessants travaux avaient porté Schützenberger au premier rang des chimistes du temps présent ; aussi voyons-nous tous les Corps savants s'empresser de l'appeler à eux :

» En 1876, il succède, au Collège de France, à Balard.

» En 1877, il remplace Gobley au Conseil d'hygiène, où il fait, durant vingt ans, d'importants rapports sur des sujets de Chimie industrielle (acétylène, etc.).

» En 1882, la ville de Paris, qui vient de créer une École de Physique et de Chimie, lui en confie la direction.

» En 1884, il remplace J.-B. Dumas à l'Académie de Médecine.

» En 1888, il vient occuper, à l'Académie des Sciences, comme par acclamation, le fauteuil du savant Debray.

» Entre temps, Ch. Sainte-Claire Deville s'était déchargé, sur notre infatigable Confrère, de la Direction de l'École pratique des Hautes Études à la Sorbonne.

» Ardent au travail et heureux dans ses recherches comme son compatriote et ami Ad. Würtz, Schützenberger aimait encore, comme Würtz, à se distraire parfois de l'assiduité au laboratoire par le plaisir de la chasse.

» Retiré pendant les vacances dans son charmant cottage de Salnette Saint-Briac, non loin de Saint-Malo, où, depuis que sa chère Alsace est dé-

tenue par un État étranger, il avait renoncé, bien qu'à regret, à la revoir, il se reportait, en poursuivant la bécasse et la perdrix dans les jaunes Ajoncs et les grandes Bruyères roses d'Ille-et-Vilaine, aux chasses que, en des temps plus heureux, il avait faites au grand coq de bruyère, au délicieux alpin et à la silencieuse gelinotte, au milieu des Myrtilles noires et des rouges Airelles qui mûrissent leurs baies savoureuses à la demi-ombre des Pins à crochet et des Bouleaux des Hautes-Vosges.

» Mais travaux en plein cours, loisirs champêtres au milieu desquels se préparaient, comme de futures moissons sur une terre en jachère, de nouvelles découvertes, douces joies de la famille, elles aussi toujours mêlées au travail de la pensée, amitiés auxquelles il fut toujours fidèle, tout a été brisé par l'atteinte mortelle qui nous a brusquement enlevé l'éminent, bon et aimé Confrère dont chacun de nous gardera pieusement la mémoire.

» On le voit, nos pertes ont été cruelles. Trois de nos Confrères des plus aimés ont payé la dette que chacun de nous contracte en naissant.

» Mais l'Académie, rajeunie par la mort même, a déjà rempli ses vides.

» A d'Abbadie, à Des Cloizeaux, à Schützenberger, éminents et regrettés Confrères, ont succédé MM. Hatt, de Lapparent et Ditte qui seront, comme leurs devanciers, l'honneur de notre Compagnie. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1897.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard ; Darboux, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission décerne le prix à M. **G. Robin**, pour l'ensemble de ses Travaux mathématiques.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, J. Bertrand, Darboux, Sarrau ; Poincaré, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose de décerner ce prix à M. **R. Liouville** pour l'ensemble de ses travaux mathématiques et mécaniques.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye.)

Rapport sur les travaux de MM. Gossot *et* Liouville; par M. Sarrau.

Les formules usuelles du frettage des bouches à feu sont fondées sur les conditions de l'équilibre élastique d'un tube cylindrique. On suppose, pour établir ces conditions, qu'une pression constante et uniforme s'exerce sur chaque surface cylindrique limite et que des tractions, égales et opposées, constantes et uniformes, s'exercent sur les sections planes extrêmes.

En fait, dans le cas des canons, le problème se présente autrement : l pression intérieure et la traction sur la tranche de culasse sont des fonc-a tions du temps; la traction sur la tranche de la bouche se réduit à zéro. Rien ne permet donc de supposer *a priori* que les déformations ainsi produites aient quelque analogie avec les déformations d'équilibre.

Le général Virgile a déjà signalé cette difficulté : « Si la pression des gaz, dit-il, se développait assez lentement pour qu'il y ait, à chaque instant, équilibre entre cette pression et les résistances élastiques de toutes les tranches de métal, le travail moteur des gaz serait, également à chaque instant, détruit par le travail résistant de l'élasticité et les choses se passeraient comme dans le cas d'un équilibre statique [1]. » Si, au contraire, la pression atteignait instantanément son maximum et s'y maintenait un certain temps, la déformation serait tout autre et, de l'analyse approchée du phénomène, le

---

[1] *Études sur la résistance des tubes métalliques simples ou composés, avec application à la construction des bouches à feu* (*Mémorial de l'Artillerie de la Marine,* t. I).

général avait conclu que « l'expansion de l'âme de la bouche à feu », pour la même pression maximum, était double de celle qui se produit dans le cas précédent.

En pratique, la pression des gaz est rapide, mais elle n'est pas instantanée et la déformation doit se placer entre celles qui correspondent à ces deux cas extrêmes.

L'emploi des poudres lentes s'étant aujourd'hui généralisé, il se peut que le développement de la pression soit assez ralenti pour que la déformation statique se produise sensiblement, de manière à rendre suffisamment exactes les formules de frettage.

Telle est la question que MM. Gossot et Liouville étudient dans leur *Mémoire sur les vibrations élastiques et la résistance des canons*. Ils considèrent un tube simple soumis, ainsi qu'il a été dit plus haut, à des efforts superficiels fonctions du temps et ils déterminent par une analyse rigoureuse, suivant la théorie de l'élasticité, les déformations qui en résultent.

Pour faire le calcul il faut d'abord connaître les fonctions qui expriment la pression et la traction sur les surfaces limites; les auteurs y parviennent en admettant, d'après de nombreuses expériences, que la pression développée en un point de l'âme par les gaz de la poudre peut être représentée d'une façon très approchée, jusqu'au maximum et même un peu au delà, par l'expression $A(1 - \cos \alpha t)$, A et α étant des constantes. La première, A, est la moitié de la pression maximum; la seconde, α, caractérise la vivacité de la poudre.

La solution se développe ensuite suivant les méthodes ordinaires de la Physique mathématique. Le déplacement d'un point quelconque de la masse élastique se compose d'un déplacement radial ε et d'un déplacement longitudinal w; les quantités (ε, w) sont des fonctions de trois variables (r, z, t) désignant la distance de ce point à l'axe du tube, sa distance à la tranche de culasse et le temps. Ces fonctions satisfont à deux équations aux dérivées partielles, aux équations à la surface et aux conditions imposées par l'état initial du tube qui est le repos, avec des vitesses nulles de tous ses points; elles sont ainsi complètement déterminées.

Les auteurs évaluent successivement ε et w, et les méthodes qu'ils emploient pour ces deux déplacements sont fort différentes, ces différences se justifiant par la nature même des questions traitées. De plus, pour simplifier les calculs, qui restent encore fort complexes, ils se sont limités à

l'étude des phénomènes qui se passent sur les surfaces limites. Les résultats qu'ils obtiennent ainsi sont les suivants :

En chacune des sections normales extrêmes, le déplacement ε peut être regardé comme résultant de plusieurs autres. Le premier est indépendant du temps; c'est un déplacement statique, celui qui correspondrait à une pression intérieure égale à A et à deux tractions opposées, constantes et uniformes, agissant aux extrémités du tube, ces tractions se réduisant à zéro sur la section qui est du côté de la bouche. A ce déplacement il faut ensuite superposer un mouvement périodique, de période $\frac{2\pi}{\alpha}$ et d'amplitude connue, que les Auteurs appellent *mouvement principal;* enfin une infinité de mouvements périodiques qui sont les vibrations propres du canon.

Pour avoir les périodes de ces derniers, on est conduit à calculer les racines d'une équation transcendante dépendant des fonctions de Bessel d'indice zéro et de leurs premières dérivées. Leurs amplitudes sont les coefficients du développement d'une fonction simple $ar^2 + b$ suivant les produits de r par des fonctions de Bessel portant sur certains multiples de la variable r.

Les valeurs numériques de ces éléments dépendent d'une variable caractéristique $\frac{\tau_0}{\tau}$, τ_0 désignant le temps que le son met à parcourir l'épaisseur du tube et τ désignant le temps que la pression intérieure met à atteindre son maximum. La valeur de cette variable est telle, dans les conditions normales des bouches à feu, que l'amplitude des vibrations est absolument négligeable; il ne reste donc que le déplacement statique et le mouvement principal dont l'élongation maxima est à très peu près égale à ce déplacement.

Il en résulte comme conclusion que le maximum du déplacement radial équivaut, sauf une différence inappréciable, au déplacement qui assurerait l'équilibre sous une pression constante égale à 2A, c'est-à-dire la pression maximum.

Quant au déplacement longitudinal w, il satisfait à une équation aux dérivées partielles dont on a immédiatement l'intégrale générale avec deux fonctions arbitraires explicites, et c'est dans la recherche de la solution satisfaisant aux conditions aux limites, que se trouvent les seules difficultés du problème. La solution définitive est donnée, non par une expression unique, fonction analytique de z et de t, mais par une série d'expres-

sions de cette espèce qui se succèdent et se raccordent les unes aux autres. Le mouvement qu'elle représente peut être regardé comme formé par une série d'ondes se propageant dans le tube et se réfléchissant à ses extrémités.

Le calcul montre que, dans les conditions ordinaires de la construction et du chargement des bouches à feu, c'est à l'une des extrémités du tube, celle qui est du côté de la culasse, que se produit le maximum de la déformation et, de plus, que cette déformation ne diffère pas sensiblement de celle que réaliserait l'équilibre sous une pression constante égale au maximum de la pression effectivement appliquée et deux tractions opposées, constantes aussi, et égales au maximum de la traction effective.

En résumé, pour le déplacement longitudinal comme pour le déplacement radial, le tube constitue un système élastique résistant aux efforts qu'on lui fait subir suivant un mode dont les différences avec le fonctionnement statique sont numériquement négligeables, en sorte que le résultat définitif de ces recherches implique la justification des calculs de résistance tels qu'ils sont faits aujourd'hui par l'Artillerie de la Marine.

Ce résultat est d'une haute importance et, pour l'obtenir, les Auteurs ont déployé un grand talent d'analystes et une extrême habileté dans les calculs pénibles et compliqués que les vérifications rendaient nécessaires; la Commission propose de leur décerner un prix sur les fonds mis à la disposition de l'Académie par le Département de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. Decante, par M. **Guyou**.

La détermination de l'azimut d'un astre est le problème astronomique que les marins ont le plus fréquemment à résoudre à la mer. Cet élément est, en effet, nécessaire soit pour vérifier les compas, soit pour tracer les droites de hauteur.

Les marins, qui connaissent toujours leur latitude avec une approximation suffisante pour ce problème, peuvent obtenir l'azimut d'un astre dont la déclinaison est connue soit en mesurant sa hauteur, soit en utilisant l'angle horaire déduit du temps local et de l'ascension droite.

La première méthode est peu en usage, elle exige une observation au sextant; elle n'est pas toujours applicable, la nuit par exemple ou par temps de brume.

Par la seconde, au contraire, l'Officier de Marine peut, à l'aide d'une

montre et de la *Connaissance des Temps,* déterminer à toute heure, de sa chambre, l'azimut cherché. Aussi cette dernière méthode est-elle presque exclusivement adoptée.

Divers systèmes de Tables ont été publiés pour faciliter aux marins la recherche de l'azimut. Les plus répandues sont celles de M. Labrosse, qui donnent le résultat à vue pour les lieux situés par des latitudes inférieures à 61° et les astres dont la déclinaison ne dépasse pas 30°, et celles du Capitaine de frégate Perrin. Ces dernières exigent un petit calcul, mais leurs limites sont plus étendues; elles offrent, en outre, l'avantage de donner une solution rapide de divers autres problèmes usuels. Enfin, elles sont très peu volumineuses.

Les Tables d'azimut que M. **Decante** soumet au jugement de l'Académie présentent, avec celles de M. Labrosse, une grande analogie; elles donnent, en effet, comme ces dernières, le résultat à vue; la limite en latitude est peu différente, mais la limite en déclinaison y est reculée jusqu'à 48°. De plus, au lieu de s'arrêter à la limite d'une heure pour la valeur de l'angle horaire, elles donnent l'azimut jusqu'à l'instant du passage au méridien. Il en résulte qu'elles peuvent être utilisées pour le tracé des droites de hauteur, même pour les observations circumméridiennes, dont l'usage est fréquent à la mer.

Pour éviter l'inconvénient qu'offrent, dans la pratique, des Tables trop volumineuses, M. Decante a adopté une disposition ingénieuse. Ses Tables sont réparties en sept fascicules convenant chacun à une zone suffisamment étendue de la Terre; par suite, dans la pratique, les marins n'ont besoin de conserver sous la main que le fascicule de la région où ils se trouvent, de sorte que, malgré leur étendue considérable, les Tables de M. Decante sont aussi maniables que de petites Tables.

En résumé, les Tables d'azimut de M. **Decante** présentent, sur les Tables d'origine antérieure, des avantages importants; elles rendront assurément service à la Navigation.

Pour ces raisons, votre Commission vous propose d'attribuer un prix à leur Auteur sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

M. le Lieutenant de vaisseau **Chéron** a envoyé un Travail sur différentes questions intéressant les navires sous-marins.

La Commission, après l'avoir examiné, propose de lui attribuer un prix

sur les fonds alloués par le Ministre de la Marine pour récompenser les progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Léauté, Boussinesq, Sebert; Maurice Lévy, rapporteur.)

Il y a quelques années, l'un de nous a rendu compte à l'Académie d'expériences qu'il poursuivait dans le but d'arriver à substituer la traction mécanique des bateaux, au halage par chevaux. Le système expérimenté consistait dans l'emploi d'un câble sans fin, mis en mouvement par une machine à vapeur, les deux brins longitudinaux du câble étant placés à une certaine hauteur au-dessus des deux rives du canal. Par suite du mouvement imprimé au câble, ces deux brins marchent en sens contraire, de sorte que les bateaux allant dans un sens n'ont qu'à s'atteler à l'un des brins et ceux allant en sens contraire au brin de la rive opposée pour être entraînés, les croisements se faisant ainsi sans danger.

On ne reviendra pas sur les difficultés d'exécution que présentait la réalisation de ce mécanisme, qui avait déjà été tentée de diverses manières et qui est désignée aujourd'hui sous le nom de *halage funiculaire*. Après deux années d'expériences faites sur les canaux de Saint-Maur et Saint-Maurice, entre Charenton et Joinville, où l'on rencontrait réunies, sur un parcours de 5^{km}, les principales difficultés pratiques que l'on pouvait prévoir, l'Administration, ayant jugé que ces difficultés avaient été suffisamment résolues, a prescrit qu'une première application du système serait faite au souterrain du mont de Billy, sur le canal de l'Aisne à la Marne, et que le matériel employé aux expériences y serait autant que possible utilisé.

Le canal de l'Aisne à la Marne qui sert de trait d'union entre nos deux principaux réseaux de canaux : ceux du Nord et de l'Est, est bien plus fréquenté que les canaux sur lesquels les expériences avaient été faites et, pour cette raison, une application définitive du système expérimenté y était bien mieux à sa place. Son tonnage en pleine croissance est passé, en dix ans, de 700000 à 1400000^{tonnes} par an. Le souterrain du mont de Billy, de 2300^{m} de longueur, est à voie unique. Malgré l'emploi de chevaux de renfort, payés très cher, il fallait près de six heures pour le traverser, de sorte

qu'en marchant de jour et de nuit on ne pouvait faire que quatre passages de convois par vingt-quatre heures, deux dans chaque sens.

Aujourd'hui, grâce à l'emploi du halage mécanique, on fait ces passages en douze heures, c'est-à-dire sans obliger les mariniers à marcher de nuit. Ils gagnent deux heures de temps sur le passage, peuvent profiter de la nuit employée autrefois à attendre leur tour de passage, pour continuer leur route et payent à l'État un droit moyen de traction d'environ 3^{fr} au lieu qu'ils payaient précédemment 5^{fr} les chevaux de renfort qui leur étaient nécessaires.

Le projet a été dressé, sous la direction de l'un de nous, par M. Pavie, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui avait collaboré aux expériences de Charenton.

Il a été réalisé et mis en exploitation par MM. les Ingénieurs du canal de l'Aisne à la Marne, à savoir : M. l'Ingénieur en chef **Bourguin** et M. l'Ingénieur **Pigache**.

Comme il arrive toujours quand un système nouveau est mis à l'épreuve de la pratique, diverses difficultés nouvelles, que les expériences n'avaient pas révélées, se sont présentées. MM. Bourguin et Pigache les ont surmontées avec autant d'habileté que de dévouement.

M. Bourguin en a rendu compte, ainsi que des résultats très satisfaisants de l'exploitation pendant l'année 1896, dans un Mémoire très intéressant publié aux *Annales des Ponts et Chaussées*.

La Commission a l'honneur de proposer à l'Académie, de partager le prix de Mécanique entre les trois principaux collaborateurs de cette œuvre d'utilité publique :

MM. **Bourguin**, Ingénieur en chef, **Pavie** et **Pigache**, Ingénieurs ordinaires des Ponts et Chaussées.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Sarrau, Maurice Lévy, Deprez ; Guyou, rapporteur.)

Deux Ouvrages ont été soumis à l'examen de la Commission, l'un par M. **Brillé**, l'autre par M. **J.-B. Girard**.

L'Ouvrage de M. **Brillé** comprend deux Mémoires manuscrits sur la

vaporisation de l'eau dans les chaudières, et sur la circulation dans les chaudières multitubulaires.

L'Ouvrage de M. **J.-B. Girard** est un Volume d'environ 600 pages, intitulé *Traité pratique des chaudières marines.*

Ces deux Ouvrages pourront être consultés avec fruit : le premier par les Ingénieurs, le second par les Mécaniciens. Cependant, la Commission ne pense pas qu'il y ait lieu de leur décerner le prix. Elle propose d'attribuer à chacun des deux auteurs un encouragement.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Boussinesq, Léauté, général Sebert; Maurice Lévy, rapporteur.)

Le sujet du prix Fourneyron pour 1897 était celui-ci :

Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan, soit horizontal, soit incliné.

Dix Mémoires ont été présentés, les uns d'ordre purement théorique, les autres s'étendant plus particulièrement sur le domaine de la pratique. Plusieurs présentent un sérieux intérêt; mais diverses vérifications étant nécessaires pour pouvoir les apprécier et les classer, la Commission a l'honneur de proposer de proroger le concours d'une année.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau; Janssen, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Perrine.

M. **Perrine**, de l'observatoire du Mont-Hamilton, s'est signalé par la découverte de cinq comètes, dont une est périodique et présente dans son orbite des particularités intéressantes.

La première comète découverte par M. Perrine est l'avant-dernière de 1895. Elle fut découverte dans la matinée du 17 novembre. Sa distance périhélie n'était que le cinquième de la moyenne de la Terre au Soleil, Elle fut très brillante au périhélie.

La deuxième comète découverte par M. Perrine fut la première de 1896, découverte le 14 février 1896. Elle est parabolique.

La troisième comète fut découverte le 2 novembre 1896. Elle est également parabolique.

La quatrième a été découverte le 8 décembre 1896. C'est la dernière de l'année 1896. Elle est elliptique et elle se meut dans l'orbite de la comète de Biela, ce qui a fait supposer qu'elle pouvait provenir d'une explosion qui l'aurait très anciennement détachée de celle-ci. Mais les calculs auxquels on s'est livré à cet égard n'ont conduit à aucune conclusion certaine.

Cette circonstance n'en est pas moins remarquable.

La cinquième comète, dont la découverte est due à M. Perrine, l'a été tout récemment. Elle n'est pas elliptique.

M. Perrine a retrouvé la comète périodique de d'Arrest, le 28 juin 1897, quatre-vingts jours avant son passage au périhélie. Elle était très difficilement visible et il y a un véritable mérite à avoir fait cette importante observation dans ces conditions.

En raison de ces intéressantes découvertes réalisées en deux années et des circonstances qui ont démontré une grande habileté d'observation, votre Commission attribue le prix Lalande pour 1897 à M. **Perrine**.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Callandreau, Faye, Wolf, Radau ; Lœwy, rapporteur.)

Aucun Mémoire n'ayant été adressé à l'Académie relativement à la Théorie de la comète de Halley, sujet du Concours de 1897, la Commission a été unanime à attribuer ce prix à l'auteur d'un ensemble de travaux d'une haute valeur accomplis dans ces dernières années.

M. **Hermann Struve** marche dignement sur les traces de son grand-père et de son père. Depuis vingt ans, il poursuit avec persévérance et bonheur un double but : déterminer, à l'aide de méthodes perfectionnées, les coordonnées des satellites de Saturne, de Neptune et de Mars, et conclure ensuite de ces données la meilleure théorie de ces astres. A Poulkovo, dispo-

sant d'abord de l'instrument avec lequel Otto Struve fit ses classiques recherches sur les étoiles doubles et utilisant le grand équatorial de 76cm, M. Hermann Struve est parvenu à effectuer de précieuses séries d'observations qui lui ont déjà fourni le sujet de nombreux et importants Mémoires publiés dans les *Annales* de l'observatoire de Poulkovo et dans le *Bulletin* de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg.

Les principales études qu'il a publiées pendant dix années jusqu'en 1895 sont les suivantes : 1° détermination des éléments et des inégalités les plus sensibles de l'anneau de Saturne et de ses satellites; 2° calcul des éléments et des principales inégalités du satellite de Neptune; 3° calcul des éléments des principales inégalités des satellites de Mars et les constantes qui fixent le plan de l'équateur de ce corps céleste.

Depuis lors M. H. Struve a continué, comme nous avons pu le constater, avec le plus grand succès ses études dans cette branche importante de l'Astronomie planétaire; il a eu, en effet, l'obligeance de mettre à notre disposition, afin de nous permettre d'en tirer profit pour la *Connaissance des Temps* de 1899, les Mémoires inédits sur les deux compagnons de Mars et sur les satellites de Saturne. Tout récemment encore il vient de nous adresser, pour nos éphémérides de 1900, en manuscrit, le résultat de ses recherches sur Hypérion, recherches d'un grand mérite, car la théorie de ce corps céleste renfermait des difficultés toutes particulières à cause des perturbations considérables que lui fait éprouver son voisin Titan. M. H. Struve a ainsi résolu en partie la question difficile mise au Concours pour l'année 1898 : la Théorie d'Hypérion.

L'ensemble de ces travaux, aussi délicats au point de vue de l'observation qu'élevés dans le domaine de la théorie, constitue un progrès très important pour la Science astronomique. La Commission propose, pour rendre hommage au mérite de ces brillantes recherches, de décerner à M. **H. Struve** le prix Damoiseau.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Wolf, Janssen; Callandreau, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **Louis Fabry**, Astronome adjoint à l'observatoire de Marseille.

On doit à M. Fabry la découverte d'une comète intéressante, de nombreuses observations et plusieurs travaux qui témoignent d'un esprit in-

ventif. Une étude *Sur la probabilité des comètes hyperboliques et sur l'origine des comètes* a surtout fixé l'attention de la Commission.

Pour Newton les comètes appartenaient au système solaire. Je me trompe beaucoup, dit-il à la fin de la proposition XXXIX du Livre III, si les comètes ne sont pas des corps du même genre que les planètes. Cette manière de voir fut rejetée par Laplace parce qu' « on aperçoit une séparation bien marquée entre les planètes et les comètes (1) ». Plus tard, à la suite de la publication d'un Mémoire de W. Herschel, dans les *Transactions philosophiques* de 1812, sur la comète 1811 I, où il était dit que le passage des comètes près d'autres soleils que le nôtre paraissait probable parce que toutes les orbites à l'exception d'une seule étaient paraboliques, et qu'il n'y avait rien d'impossible à attribuer une origine commune aux comètes et aux nébuleuses, Laplace esquissa les idées que l'*Exposition du Système du monde* a rendues familières aux astronomes (2).

Depuis lors cependant les découvertes de nombreuses petites planètes et d'un assez grand nombre de comètes, le zèle déployé par les observateurs pour suivre les astres le plus loin possible et partant l'étude plus précise des orbites, nous ont mis en possession de documents nouveaux qui ne justifient ni une distinction absolue entre les comètes et les planètes fondée sur la dissemblance des orbites, comme l'admettait Laplace, ni peut-être les idées de Herschel.

Enfin, un élément qui joue un rôle essentiel dans la question, le mouvement de translation du système solaire, incertain au temps de Laplace, est mieux connu aujourd'hui.

Il paraît donc que malgré les travaux de Laplace, de Gauss, de M. Schiaparelli et d'autres savants, la question de l'origine des comètes ne pouvait être regardée comme épuisée.

M. **Fabry** se demande d'abord quelles doivent être les lois régissant les divers éléments des orbites des comètes si ces astres viennent des espaces interstellaires. Il trouve en particulier que, dans cette hypothèse, toutes les comètes devraient être hyperboliques, ce qui est contraire aux faits observés : l'hypothèse admise est donc à rejeter.

L'étude des éléments autres que le grand axe nous entraînerait trop loin. Mais nous devons signaler la dernière partie du travail, consacrée à la sta-

---

(1) *Œuvres complètes*, t. VIII, p. 279.

(2) Voir aussi l'article *Sur les comètes*, dans la *Connaissance des Temps* pour 1816.

tistique des comètes, dans laquelle l'auteur discute les relations entre les époques des découvertes et les saisons de l'année; entre la longitude du périhélie et l'époque du passage; la condensation apparente des périhélies vers les solstices.... En résumé, dans la disposition des éléments des comètes que nous connaissons il ne se manifeste aucune influence du mouvement de translation du Soleil. Cette conclusion vient à l'appui des premiers chapitres du travail.

Nous devons donc regarder les comètes comme faisant partie du système solaire.

PHYSIQUE.

PRIX LA CAZE (PHYSIQUE).

(Commissaires : MM. Cornu, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle, Bertrand, Berthelot, Cailletet; Mascart, rapporteur.)

En 1889, l'Académie des Sciences décernait le prix La Caze (Physique) à M. H. Hertz, dont les expériences désormais célèbres ont été malheureusement interrompues par un deuil prématuré. C'est aussi dans le laboratoire de Hertz et sous son inspiration qu'a pris naissance une autre découverte, qui reste encore une énigme au point de vue théorique et qui s'est montrée féconde en applications de toute nature. L'Académie est heureuse de pouvoir consacrer à ces travaux une double récompense, attribuée à deux savants dont les mérites sont inséparables. La Commission de Physique décerne le prix La Caze à M. **Ph. Lénard**.

Les propriétés que présente l'étincelle électrique dans les gaz raréfiés ont déjà une longue histoire; nous avons surtout à rappeler les belles et patientes recherches de Sir William Crookes. Aux très faibles pressions, l'électrode négative, ou cathode, paraît être le siège d'un rayonnement particulier, par lui-même invisible, mais capable de provoquer l'illumination ou la phosphorescence des obstacles qu'il rencontre. Suivant les vues de l'auteur, ces rayons cathodiques seraient formés par un ensemble de projectiles, une averse de molécules emportant des charges électriques et dont

les trajectoires sont modifiées par les aimants, à la manière des courants transmis par les conducteurs.

Une curieuse expérience de Hertz a montré que de minces lames métalliques n'interceptent pas complètement l'action de ces rayons et laissent produire la phosphorescence dans leur ombre : observation importante qui soulève bien quelques difficultés sur l'hypothèse du transport des molécules.

M. Lénard a cherché si cette propriété des lames métalliques ne permettrait pas de faire sortir les rayons cathodiques des ampoules de verre où ils semblent prisonniers. La moisson fut beaucoup plus riche qu'il ne pouvait l'espérer.

En munissant le tube à décharges d'une fenêtre fermée par une feuille d'aluminium, dans la paroi opposée à la cathode, il put en effet retrouver les propriétés des rayons cathodiques derrière la fenêtre, soit dans un gaz raréfié, soit dans l'air à la pression ordinaire. En même temps, cette fenêtre métallique devenait la source d'une autre espèce de rayons, insensibles aux forces magnétiques, mais capables à leur tour d'exciter les corps phosphorents, d'illuminer les gaz, de traverser à des degrés différents les corps opaques à la lumière, tandis qu'ils sont mieux arrêtés par des milieux transparents, tels que l'eau, le verre et le quartz; d'agir rapidement sur les plaques photographiques; de décharger les corps électrisés, etc. Le verre lui-même n'était pas un obstacle absolu à leur propagation et l'on pouvait remplacer la fenêtre d'aluminium par une lamelle de verre, c'est-à-dire utiliser la paroi même de l'ampoule.

Ce beau travail ne fut pas apprécié d'abord comme il le méritait. Sans doute, la distinction n'était peut-être pas complète entre les rayons proprement cathodiques et ceux que M. Röntgen a désignés sous le nom de *rayons X*, et il restait encore beaucoup à faire pour dégager les propriétés spéciales du rayonnement nouveau ; mais les titres de M. **Lénard** sont de premier ordre dans le grand événement scientifique qui a excité l'admiration générale et produit tant de merveilleux résultats; ces titres justifient pleinement la haute distinction que leur attribue aujourd'hui la Commission de Physique.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, J. Bertrand, de Freycinet, Rouché, Brouardel.)

L'Académie a reçu, en 1897, six travaux destinés au concours ouvert pour le prix Montyon de Statistique. Deux d'entre eux sont arrivés sous le couvert de l'anonyme. Ils ont d'ailleurs été écartés après lecture, comme ne rentrant pas dans les conditions posées par le programme du prix. Les quatre autres Mémoires ont été jugés dignes des récompenses énoncées ci-après.

Le prix a été partagé entre les deux travaux suivants :

1° *Le coût de la vie à Paris à diverses époques*, par M. **Gustave Bienaymé** ;
2° *Statistique médicale de la flotte*, par MM. les Drs **Vincent** et **Burot**.

La Commission exprime, à l'adresse de MM. les Drs Vincent et Burot, le désir que l'étude très utile dont ils ont pris l'initiative soit continuée dans l'avenir, de manière à reposer sur des bases, de plus en plus larges, d'observations.

Une *mention très honorable* est accordée à M. le Dr **Lepage** pour son Ouvrage en sept fascicules qui a pour titre : *Fonctionnement de la maison d'accouchements Baudelocque*, 1890-1896.

Un *rappel de mention honorable* est décerné à M. le Dr **Baudran** pour son nouveau travail intitulé : *De l'habitation dans le département de l'Oise*.

Les Rapports suivants font connaître les titres qui ont motivé, pour ces auteurs, ces diverses distinctions.

Rapport de M. **E. Rouché** *sur le Mémoire de M.* Gustave Bienaymé *intitulé :*
« *Le coût de la vie à Paris à diverses époques.* »

Les premières recherches vraiment scientifiques sur ce sujet remontent à Lavoisier qui, dans un travail remarquable, extrait d'un grand Ouvrage inachevé et intitulé : *Richesse territoriale du royaume de France*, a donné, sous forme de Tableau, l'indication des prix du pain, de la viande et de divers autres objets, à l'appui de calculs sur la dépense moyenne de l'habitant de Paris en 1788. Les travaux de Lavoisier ont été continués, dans la première partie de ce siècle par Benoiston de Châteauneuf et Millot, et dans la seconde partie par Husson, dont l'Ouvrage a eu deux éditions, l'une en 1854, l'autre en 1873, et constitue sans contredit le meilleur ensemble d'éléments pour le coût de la vie à Paris en ce qui concerne la nourriture.

Avant d'exposer ses travaux personnels, M. **Bienaymé** analyse sommairement les recherches de ses devanciers et les résume en deux Tableaux graphiques où la dépense moyenne annuelle du Parisien jusqu'en 1873 est indiquée clairement pour chacun des objets de consommation usuelle.

Mais, comme l'observe judicieusement M. Bienaymé, ces divers travaux n'ont fait, en réalité, que jalonner la route à suivre; il faudrait les contrôler, combler de nombreuses lacunes et, enfin, les poursuivre jusqu'à l'époque actuelle. Une pareille tâche présenterait des difficultés insurmontables, attendu que la plupart des sources où ont puisé les savants statisticiens dont nous venons de parler sont restées inconnues ou ont disparu au moins en partie. Il a donc fallu chercher d'autres éléments d'appréciation, tels que ceux que récèlent les comptes conservés dans les dépôts publics d'archives, ou les registres de dépense d'établissements scolaires ou hospitaliers. C'est ce qu'a fait M. Bienaymé en examinant et rapprochant les prix de l'Hôtel-Dieu et ceux de l'établissement scolaire qui porte aujourd'hui le nom de Lycée Louis-le-Grand. Pour l'Hôtel-Dieu, on possède une série de prix, à peu près continue, de 1732 à 1803; pour Louis-le-Grand, les livres de dépense remontent jusqu'à 1688. En s'arrêtant à 1893, dernière année dont les documents soient en état d'être consultés, on a donc des renseignements précis pour deux siècles sur les principaux objets de consommation (nourriture, chauffage, éclairage, etc.)

Nous ne saurions suivre M. Bienaymé dans l'examen comparatif de tous ces documents et dans les discussions et les calculs qui s'y réfèrent. Nous

signalerons particulièrement les Tableaux graphiques si bien ordonnés où les prix des divers objets sont marqués d'année en année par des points dont la succession permet de saisir aisément les variations de prix subies, depuis deux siècles, pour le pain, la viande et l'huile, et bien plus anciennement pour les œufs, le beurre, le vin, le bois, etc. Ces courbes individuelles, c'est-à-dire relatives aux denrées de diverses sortes, sont complétées par une courbe relative à l'ensemble et qui révèle les fluctuations du coût de la vie à Paris. Un coup d'œil jeté sur cette courbe montre que du commencement à la fin du XIXe siècle les cotes ont presque doublé, que leurs maxima ont eu lieu en 1855 et en 1880, et enfin que dans les quinze dernières années une baisse s'est produite qui paraît devoir continuer. Le maximum de 1855 s'explique par la production des mines d'or de la Californie et de l'Australie; celui de 1880 coïncide avec un mouvement général de reprise dans les affaires à la suite de la crise de 1873; enfin, la baisse qui se manifeste depuis une quinzaine d'années paraît résulter des facilités de transport et du nombre toujours croissant des importations.

Outre le Mémoire que nous venons d'analyser brièvement, M. Bienaymé a envoyé à l'Académie, pour le concours de Statistique (prix Montyon), plusieurs brochures publiées antérieurement. La première est intitulée : *Prix des principaux objets de consommation à Paris depuis deux siècles;* c'est l'ensemble des pièces justificatives du Mémoire de 1897. Les autres ont pour titres : *La fiscalité alimentaire et gastronomique à Paris; La fiscalité sur le combustible; La fiscalité sur l'éclairage;* elles se rattachent pleinement au sujet, l'imposition des denrées constituant sans contredit un élément essentiel pour l'estimation de leur valeur.

On serait peut-être, à première vue, tenté de regretter que les études de M. Bienaymé concernent exclusivement la ville de Paris. Mais, si le champ de ces recherches eût été moins restreint, les résultats obtenus seraient-ils aussi précis? Il est au moins permis d'en douter. Toujours est-il que nous sommes en présence d'un travail considérable. Ces tableaux graphiques si clairs, et qu'on aurait peut-être rendus plus expressifs encore si l'on eût adopté une échelle des hauteurs plus grande que celle des largeurs, sont fort estimés par les statisticiens de profession; on les consultera souvent avec fruit.

Rapport de M. DE JONQUIÈRES *sur l'Ouvrage intitulé : « Statistique médicale de la Flotte », par les Drs* Vincent, *médecin en chef de la Marine,* et Burot, *médecin principal de la Marine.*

Pour répondre à un vœu souvent exprimé à l'Académie de Médecine et devant le Conseil supérieur de Statistique, MM. VINCENT et BUROT, ainsi qu'ils le disent au début de leur Mémoire, « ont cherché à connaître exactement les pertes qui frappent, chaque année, les marins liés au service de l'État ».

Un travail analogue de statistique a déjà été dressé pour l'armée de terre. Celui qui concerne le personnel naval, plus mouvant et disséminé sur tous les points du globe, n'a point encore été fait, sans doute parce qu'il présente de bien plus grandes difficultés dans les recherches. Néanmoins, en puisant dans les archives des *Dépôts* pour les « engagés volontaires », et dans les matricules des *questions maritimes* pour les « inscrits », nos deux officiers supérieurs du Corps médical de la Marine sont parvenus à se procurer des résultats aussi précis que ceux fournis par la statistique médicale de l'armée.

Ces résultats sont exposés dans une brochure de 24 pages, présentée par les auteurs à l'Académie des Sciences, pour concourir au prix Montyon de Statistique de l'année 1897. Ils se rapportent aux cinq années 1891 à 1896, et signalent :

Pour les engagés volontaires, dont le nombre s'est élevé à 55 000 durant cette période, une moyenne annuelle de 10,3 pour 1000, dans les décès;

Pour les inscrits maritimes, dont le nombre a été de 143316 pendant le même temps, une moyenne annuelle de 11,72.

Deux Tableaux (p. 4 et 9) établissent la répartition, par *dépôts* et *zones de provenance*, de la mortalité dans ces deux catégories respectives.

Nos auteurs font suivre ces chiffres d'une comparaison entre les marines française, anglaise, italienne et allemande.

Les proportions des décès causés, dans la marine française, par les différentes maladies, sont établies dans les pages 11 à 15. Le chiffre le plus élevé, 258 pour 1000, est dû à la tuberculose; puis, dans l'ordre décroissant : aux endémies des pays chauds, à la fièvre typhoïde, aux noyades et disparitions à la mer, aux accidents et morts violentes, aux suicides; enfin

l'ensemble des autres maladies, internes et externes, fournit un contingent de 251 pour 1000 décès.

Un Tableau (p. 15) fait connaître, par groupes généraux, les lieux où les décès sont survenus, et un autre Tableau (p. 16 et 17) la répartition de ceux-ci selon les âges. On y voit notamment que la mortalité la plus forte pour les marins a lieu de 20 à 22 ans; c'est ce qui se présente aussi dans l'armée de terre.

Classés par professions (p. 18), les décès fournissent les intéressantes indications qui suivent : les hommes sans spécialité, apprentis marins et hommes de pont, en comptent plus que les autres. Parmi ceux pourvus d'une spécialité, les plus éprouvés, surtout par la tuberculose, sont les mécaniciens. Les fusiliers, les canonniers et les gabiers le sont moins, et à peu près également entre eux. Les fourriers, les agents des vivres (qui vont plus souvent à terre), les chauffeurs et les infirmiers payent à la mer un tribu plus élevé que les fusiliers, les canonniers et les gabiers.

Les décès n'ont pas occupé exclusivement les recherches des auteurs du Mémoire. Les causes des *réformes* font l'objet d'un paragraphe (p. 19 et 20).

Enfin des Tables (p. 21 à 24) font connaître quelle est la mortalité parmi les officiers des divers corps de la Marine. Si l'on ne considère que la moyenne générale, elle est de 11 pour 1000, c'est-à-dire à peu près la même que celle des équipages proprement dits (matelots, quartier-maîtres et sous-officiers); si l'on entre dans le détail, cette moyenne est comparativement plus forte dans le corps des médecins et des pharmaciens, sans doute à cause du séjour qu'ils font parfois, à terre, dans les colonies.

Comme on le voit par ce rapide exposé, l'étude consciencieuse et très laborieuse de MM. Vincent et Burot embrasse tous les points qui intéressent la statistique des décès et de leurs causes dans l'armée navale, et si le travail qu'ils présentent à l'Académie se trouve condensé dans un assez petit nombre de pages, c'est parce qu'ils n'y ont consigné que des résultats, à l'exclusion des pièces justificatives, extrêmement nombreuses, qui eussent rempli des volumes, sans en accroître le profit.

La Commission, pénétrée de l'importance de ces recherches, souvent difficiles, et de l'utilité des renseignements qu'elles fournissent pour les progrès de l'hygiène navale, souhaitant d'ailleurs qu'elles soient continuées dans le même esprit et avec une méthode aussi sûre, décerne à ses auteurs : MM. **Vincent**, médecin en chef de la Marine, et **Burot**, médecin principal de la Marine, un prix Montyon de Statistique pour l'année 1897.

Rapport de M. **Brouardel** *sur le travail de M. le Dr* Lepage, *intitulé : « Fonctionnement de la maison d'accouchements Baudelocque ».*

M. le Dr **Lepage** a soumis à l'Académie sept fascicules présentant l'histoire du *fonctionnement de la maison d'accouchements Baudelocque* (*Clinique de la Faculté*), dirigée par M. le Professeur Adolphe Pinard (années 1889-1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896).

Chacun de ces sept comptes rendus analytiques et synthétiques forme un Volume de *cent* pages environ. Il comprend le résumé de toutes les observations de l'année : les plus importantes sont rapportées *in extenso*.

Voici comment sont cataloguées les différentes observations :

Première partie. — Femmes qui ont avorté.

Deuxième partie. — Femmes qui ont accouché spontanément d'enfants se présentant par *le sommet*, avec la subdivision en :

a. Femmes ayant le bassin normal.

b. Femmes ayant le bassin rétréci.

Troisième partie. — Elle comprend les femmes chez lesquelles le fœtus s'est présenté autrement que par le sommet, c'est-à-dire les présentations du siège, de la face et de l'épaule.

Quatrième partie. — Elle contient toutes les opérations, c'est-à-dire forceps, versions, accouchements provoqués, symphyséotomies, basiotripsies, délivrances artificielles, etc. A la fin de cette partie un Tableau récapitulatif fait connaître le nombre et la nature de toutes les opérations qui ont été pratiquées dans l'année.

Cinquième partie. — Dans la cinquième partie se trouvent résumées les observations :

1° Des femmes ayant une grossesse gémellaire ;

2° Des femmes dont les fœtus sont morts pendant la grossesse ;

3° De celles dont les fœtus présentent des malformations plus ou moins marquées.

Sixième partie. — Dans cette partie sont réunies les observations des femmes ayant eu des accès éclamptiques ou ayant présenté des hémorragies liées à l'insertion du placenta sur le segment inférieur de l'utérus.

Septième partie. — Toutes les observations des femmes ayant succombé dans l'année y sont relatées *in extenso* avec le tracé thermométrique et les résultats de l'autopsie. Il est ainsi facile au lecteur de contrôler la manière

dont sont interprétées ces observations au point de vue de la statistique de mortalité maternelle.

A la fin de chaque fascicule se trouvent deux Tableaux récapitulatifs : l'un pour les femmes, sur lequel on peut constater la mortalité intégrale et la morbidité ; l'autre pour les fœtus, dans lequel sont indiqués le nombre d'enfants nés et sortis vivants, le nombre d'enfants morts pendant la grossesse, le nombre d'enfants morts pendant le travail ou après la naissance.

Cette statistique détaillée porte sur un total de 11131 accouchements observés dans le service de M. le Professeur Pinard, à la Clinique Baudelocque.

Il est facile de comprendre qu'une statistique ainsi détaillée, reposant sur des faits aussi nombreux, observés dans les mêmes conditions par une même personne, fournit une base d'appréciation solide pour la plupart des questions qui intéressent l'accoucheur.

Ce travail comble une lacune de la littérature obstétricale. Les statistiques antérieures, faites en additionnant les résultats consignés par des observateurs divers, réunissaient des faits disparates, les conclusions en étaient donc très contestables.

Rapport de M. DE FREYCINET *sur le travail de M. le D^r* Baudran, *intitulé : « De l'habitation dans le département de l'Oise ».*

M. BAUDRAN, à qui l'Académie a déjà accordé, l'année dernière, une Mention honorable à raison de son travail sur l'assainissement dans le département de l'Oise, a adressé, cette année, pour le concours du prix Montyon (Statistique), un nouveau Mémoire qui mérite également de retenir l'attention de l'Académie.

Ce nouveau Mémoire a pour objet essentiel l'étude de l'influence que l'habitation exerce sur la santé. M. Baudran s'est attaché à décrire avec une grande précision, pour un certain nombre de cantons du département, les conditions dans lesquelles sont établies les habitations de la population rurale. Il fait ressortir ce que ces conditions ont trop souvent de contraire aux règles d'une hygiène bien entendue. On peut regretter qu'il n'en déduise pas des conclusions plus générales et que ses observations restent contenues dans un cadre un peu étroit. On est également conduit à formuler quelques réserves sur sa manière de grouper les faits et sur le sens donné par lui à certaines définitions. Néanmoins le travail de M. BAUDRAN con-

serve une réelle valeur et dénote chez son auteur un goût de recherches qui mérite d'être encouragé. A ce titre nous croyons devoir proposer à l'Académie un rappel de la Mention honorable déjà accordée.

CHIMIE.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Gautier, Grimaux, Berthelot, Schlœsing, Hautefeuille; Moissan, rapporteur.)

M. **Paul Sabatier**, professeur à l'Université de Toulouse, a publié en Chimie minérale d'intéressantes recherches.

Dans une étude d'ensemble sur les sulfures alcalins et alcalino-terreux, il a su joindre, à d'élégantes méthodes de préparation, l'étude thermochimique des composés qu'il avait préparés. Il a étendu ensuite ses recherches aux sulfures de bore et de silicium. A côté du sulfure silicique de Fremy, il a constaté la formation, à haute température, d'un sous-sulfure jaune qui se détruit à une température plus basse, en produisant un transport de silicium cristallisé comparable à celui qui a été obtenu par nos Confrères, MM. Troost et Hautefeuille, dans leurs recherches sur les chlorures de silicium. A ce groupe de travaux se rattache l'étude d'un persulfure d'hydrogène, que M. Sabatier a obtenu par distillation sous pression réduite. La composition de ce liquide se rapproche de celle du bisulfure qui n'a pas été isolé jusqu'ici. Enfin, ces travaux ont été complétés par l'étude de la préparation des séléniures de bore et de silicium.

Dans un autre ordre d'idées, poursuivant les recherches de M. Berthelot puis celles de M. Ditte sur les chlorhydrates de chlorures, M. Sabatier a défini la loi thermique qui régit la stabilité relative des hydrates de chlorures métalliques. Il a isolé le chlorhydrate ferrique et un chlorhydrate cuprique rouge, bien cristallisé. Le bromure cuprique affecte, selon les conditions de sa dissolution, des colorations différentes qui varient du bleu au vert, puis au brun, et peuvent atteindre une couleur pourpre quand

la liqueur contient de l'acide bromhydrique. Par l'observation comparée de spectres d'absorption M. Sabatier a pu établir l'existence d'un bromhydrate pourpre dont il a étudié la préparation.

En étendant ces recherches, M. Sabatier a repris l'étude de l'acide nitrosodisulfonique bleu; il a établi que cet acide pouvait être préparé en solution sulfurique ainsi que son sel cuprique bleu et son sel ferrique rose. C'est ce dernier composé qui se produit dans la réaction, bien connue, par laquelle on caractérise les nitrates au moyen du sulfate ferreux en solution sulfurique.

Nous ne rappellerons que pour mémoire les recherches de M. Sabatier sur les solutions d'acide métaphosphorique. Dans cette étude, il a pu démontrer que la vitesse de réaction est, à chaque instant, proportionnelle à la dose de matières transformables; qu'elle est fonction exponentielle de la température et qu'elle varie proportionnellement à la concentration. Nous ne dirons qu'un mot aussi de ses recherches sur l'action de l'acétylène sur l'oxyde de nickel, qui l'on conduit à une ingénieuse préparation de l'éthane.

Nous tenons cependant à citer encore l'étude physique des spectres d'absorption des chromates alcalins, qui ont conduit M. Sabatier à établir la loi du partage d'une base entre deux acides, dans le cas particulier de la seconde basicité de l'acide chromique, ainsi que ses recherches importantes sur l'étude générale de l'action des oxydes insolubles sur les dissolutions salines.

Mais nous croyons devoir nous arrêter plus longuement sur les recherches de M. Sabatier (publiées en collaboration avec M. Senderens) sur les métaux nitrés. Les combinaisons oxygénées de l'azote, telles que l'oxyde azoteux, l'oxyde azotique et le peroxyde d'azote, ont été l'objet de nombreuses recherches de la part de ces deux savants. Ils ont établi quelle était l'action de ces différents corps gazeux sur les oxydes et sur les métaux. Ils ont montré que la réduction lente par le fer et le zinc humides, bien connue pour l'acide azotique, s'exerce aussi sur l'oxyde azoteux. Le peroxyde d'azote en particulier leur a donné des résultats très intéressants: le cuivre, le nickel et le cobalt récemment réduits peuvent fixer la vapeur nitreuse pour produire de nouveaux et curieux composés d'addition, décomposables par l'eau, auxquels ils ont donné le nom de *métaux nitrés*.

Ces recherches ont été publiées dans l'espace de dix-sept années et d'une façon ininterrompue; elles présentent une importance telle que votre Commission a été heureuse de les récompenser, en accordant à M. **Paul Sabatier** le prix La Caze (Chimie) pour l'année 1897.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Gautier, Moissan, Ditte; Grimaux, rapporteur.)

La Section de Chimie a décerné, à l'unanimité et sans discussion, le prix Jecker à M. **Haller**, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Ce savant, qui depuis plus de vingt années s'est fait connaître par des recherches aussi remarquables par la précision que par l'originalité, est justement apprécié de l'Académie; il y a six ans en effet qu'elle a décerné à M. Haller le titre de Correspondant; aussi votre Rapporteur n'aura-t-il qu'à rappeler brièvement l'œuvre de notre Confrère.

M. Haller a commencé par porter son attention sur un sujet difficile, qui avait occupé déjà un grand nombre de chimistes, et dans lequel il a apporté des lumières nouvelles : l'étude du camphre et de ses dérivés. Il a d'abord fait voir, dans un travail considérable, que les camphres de diverses origines, naturels ou artificiels, sont identiques au point de vue chimique, et ne diffèrent que par leur pouvoir rotatoire, le nombre des isomères optiques correspondant au nombre prévu par les conceptions de la théorie stéréochimique de MM. Le Bel et Van t' Hoff; la même constatation a été faite pour les bornéols.

M. Haller a abordé ensuite l'étude de la constitution du camphre, qui n'est pas encore établie d'une façon certaine, et, dans cette série d'expériences, a décrit un grand nombre d'espèces chimiques nouvelles. Entre autres dérivés, il a fait connaître le camphre iodé et le camphre cyané; il a montré l'importance de ce dernier, qui lui a fourni de nombreux dérivés, comme l'acide homocamphorique, dont le sel de plomb peut se dédoubler par la chaleur en régénérant le camphre lui-même. Un examen attentif des dédoublements de cet acide a amené M. Haller à établir la constitution de l'acide camphorique, à en faire connaître des transformations nouvelles, qui permettent de le ramener à l'état du camphre, d'où il provient par oxydation.

De cet ensemble de recherches, il ressort que l'acide camphorique est un acide dicarboxylé, que, dans sa production, le noyau caractéristique du camphre n'est pas modifié, et enfin que la synthèse de celui-ci est ramenée à la synthese de l'acide camphorique lui-même. Tout cet ensemble de recherches sur le camphre est considérable, et ce que j'en viens de dire

ne peut donner qu'une faible idée du labeur et de l'ingéniosité qu'il a exigés.

Une autre série importante d'expériences a trait à l'étude des dérivés cyanés de la série grasse. M. Haller a montré, d'une façon indubitable, que, par l'accumulation des radicaux négatifs dans le groupe méthane, la molécule prend les caractères d'un véritable acide, décomposant les carbonates, et donnant des dérivés métalliques, bien qu'elle ne renferme pas le groupe carboxyle, regardé jusqu'alors comme caractéristique des acides. Non seulement M. Haller a préparé toute une série de corps d'une fonction nouvelle, se dédoublant en acide carbonique et acétones cyanées, mais encore, et dans son laboratoire sous sa direction, ses élèves ont étendu cet ordre de recherches.

M. Haller s'est aussi occupé des matières colorantes du goudron de houille, qui sont l'objet d'industries importantes et dont la base se trouve dans les données de la Science pure; il a jugé, avec raison, que l'étude de ces corps était trop négligée en France, où les hommes de Science pure avaient dédaigné ces questions parce qu'elles touchaient à l'industrie; c'est justement dans les pays étrangers que les savants, depuis Hofmann, ont uni leurs efforts à ceux des industriels, et il en est résulté que la fabrication des couleurs d'aniline y a pris un développement immense aux dépens des intérêts de notre pays.

Dans cet ordre d'idées, M. Haller s'est occupé des corps du groupe des phtaléines, des dérivés colorés du chlorure de phtalyle; ces recherches sont encore en cours d'exécution.

Bien d'autres travaux importants sont dus à M. Haller, entre autres la découverte des anhydrides-éthers, corps de fonctions nouvelles, obtenus dans l'action des acides carboxylés sur l'isocyanate de phényle, la synthèse de l'acide citrique, le procédé de purification de la benzine par le chlorure d'aluminium, etc.

En dehors des découvertes de laboratoire, M. Haller a rendu à la Science chimique des services de premier ordre, par ses efforts heureux pour en développer l'enseignement en France; c'est à lui qu'appartient la création de l'Institut de Chimie de Nancy, Institut qui compte aujourd'hui plus de soixante-dix élèves se destinant à l'industrie, et dont l'instruction technique permettra de maintenir notre situation industrielle à la hauteur de celle de l'étranger, par qui notre pays était en voie d'être distancé. En attirant en même temps l'attention de nos fabricants sur les progrès réalisés dans d'autres pays, il leur a indiqué les moyens de mettre notre fabrication en

état de lutter avec avantage avec la production étrangère. C'est là une œuvre de patriotisme digne de toutes les sympathies, et que M. Haller poursuit avec persévérance en s'efforçant de doter l'Institut de Nancy d'un laboratoire d'Électrochimie, science dont l'enseignement n'existe pas chez nous, et d'un laboratoire de teinture et d'impression.

M. **Haller** est un maître qui a formé des élèves; il a donné à l'Université de Nancy une personnalité au point de vue chimique et a montré comment la décentralisation scientifique peut être féconde.

Tant de titres sont plus que suffisants pour expliquer le vote de la Section de Chimie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Milne-Edwards, Fouqué, Gaudry; Gaston Bonnier, rapporteur.)

M. **Joseph Vallot** a entrepris depuis 1885 plusieurs séries de recherches sur la météorologie et la géologie des plus hauts sommets des Alpes et des Pyrénées, ainsi que sur les conditions de la vie animale et végétale dans les hautes altitudes.

En 1890, M. J. Vallot a construit, à ses frais, un observatoire près du sommet du mont Blanc; de nombreuses expériences et observations y ont été faites par lui et par divers savants.

Dans une première série d'observations, M. J. Vallot s'occupe de la météorologie des montagnes. Signalons parmi ces travaux :

Une étude comparée du baromètre de Fortin et des baromètres métalliques, d'où il résulte qu'on peut exécuter avec ces derniers instruments les corrections nécessaires pour obtenir des observations utiles;

Des recherches sur la variation de la température, de la pression et de la vapeur d'eau, montrant que l'oscillation diurne de température diminue à mesure qu'on s'élève, que le maximum et le minimum de l'état hygrométrique de l'air se produisent d'autant plus tôt qu'on est à une plus grande

altitude, enfin qu'au mont Blanc il n'y a plus qu'un maximum et un minimum de pression barométrique par jour, au lieu de deux ;

Une étude des tempêtes au mont Blanc, où l'auteur fait voir que les courbes barométriques aux grandes altitudes ne présentent pas les crochets d'orages bien connus, mais des séries d'oscillations verticales ;

Enfin diverses expériences d'actinométrie qui ont permis de déterminer avec plus d'exactitude la constante solaire.

Une autre série des recherches de M. J. Vallot est relative à l'étude des glaciers. Plusieurs de ces recherches ont trait aux variations d'étendue qu'ont présentées les glaciers des Pyrénées depuis un siècle, à d'anciennes forêts envahies par les glaciers, aux causes de la catastrophe de Saint-Gervais, mais les résultats les plus importants acquis par M. J. Vallot se rapportent à la marche des glaciers. L'auteur montre qu'aux grandes altitudes l'accroissement du grain du glacier ne peut s'effectuer que par pression mécanique et sans fusion de la neige. Des études expérimentales faites méthodiquement par l'auteur depuis 1891, sur le mouvement de la Mer de Glace, il résulte que la vitesse du glacier n'est pas d'autant plus rapide qu'on s'approche de l'extrémité inférieure, comme l'avait cru Tyndall; cette vitesse n'est pas plus rapide en été qu'en hiver. L'auteur conclut de ses observations que la théorie de la progression des glaciers par regel n'est pas exacte; la marche des glaciers est causée par la pesanteur et non par les influences calorifiques.

Tout en poursuivant les études précédentes l'auteur a entrepris l'exploration géologique complète du massif du mont Blanc. Le travail a exigé un très grand nombre d'excursions pénibles et dangereuses. Ces excursions ne pouvaient être exécutées que par un alpiniste consommé comme M. J. Vallot qui est allé observer les roches et récolter des échantillons sur les points les plus différents de la chaîne, même en bien des endroits qui étaient en apparence inabordables. Le résultat de ces courses alpines a une importance considérable. En effet, par ses études précises et méthodiquement conduites, M. J. Vallot a démontré que le système en éventail n'existe pas. Le mont Blanc est constitué par une série de plis parallèles dont les synclinaux sont formés de schistes et les anticlinaux de protogine.

En terminant ce Rapport il est impossible de passer sous silence les publications de l'auteur sur les végétaux des hauts sommets et surtout ses expériences relatives à la physiologie de l'homme dans les hautes altitudes. Il résulte de ces dernières études que la température du corps ne subit

aucun abaissement, même au sommet du mont Blanc, que les poumons s'adaptent à la raréfaction de l'air et que les battements du cœur ne diminuent pas d'intensité.

L'ensemble des belles recherches de M. **Joseph Vallot**, ayant donné des résultats de premier ordre dans diverses branches de la Science, constitue une œuvre à laquelle la Commission décerne à l'unanimité le grand prix des Sciences physiques.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Grandidier, Van Tieghem, Fouqué, Cornu ; Milne-Edwards, rapporteur.)

Le prix Bordin est donné à M. G. **Pruvot**, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble et sous-directeur du laboratoire Arago, pour ses travaux sur les fonds et la faune du golfe du Lion et de l'entrée de la Manche.

Depuis plusieurs années M. Pruvot a été chargé, par notre savant Confrère M. de Lacaze-Duthiers, d'explorer méthodiquement les eaux qui s'étendent au large de Banyuls ; de déterminer les principales stations animales, les profondeurs qu'elles atteignent et les conditions d'existence des espèces qui y vivent.

Deux campagnes, d'août à octobre 1893 et de mars à avril 1894, ont été consacrées à ce travail ; elles ont permi d'établir la carte des fonds, qui fut publiée dans les *Annales hydrographiques* du Ministère de la Marine ; de faire connaître l'origine, la succession et la nature des dépôts qui ont constitué la portion occidentale du golfe du Lion et du golfe de Rosas en Espagne, et de relever les stations biologiques les mieux caractérisées, avec l'énumération des formes animales les plus abondantes et les plus remarquables qui s'y rencontrent.

Enfin, en dehors des recherches de Zoologie pure, M. Pruvot s'est préoccupé de l'étude des agents physiques : température, densité, transparence des eaux, courants, et de leur action sur la vie marine. Son but n'est pas seulement de réunir des observations éparses plus ou moins nombreuses mais des séries d'observations régulières et continues, en des points toujours les mêmes, poursuivies pendant un temps assez long pour établir les variations périodiques, saisonnières ou autres, et pour en dégager les conclusions générales.

On comprend qu'il faut pour cela un matériel spécial et coûteux d'instruments de précision qui n'a pu encore être installé au complet au labo-

ratoire; M. Pruvot a cependant commencé à prendre des séries de températures depuis la surface jusqu'au fond, d'une part dans les points le plus spécialement fréquentés pour les dragages, et d'autre part journellement à l'entrée de la baie de Banyuls; mais elles ne portent pas encore sur une durée assez longue et elles seront ultérieurement publiées.

Ces recherches, commencées il y a plus de quatre ans, ont été poursuivies avec une grande persévérance, et elles ont déjà donné des résultats considérables. Aussi la Commission n'a-t-elle pas hésité à attribuer le prix Bordin à M. **Pruvot**.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Fouqué, Gaudry, Hautefeuille, Michel Lévy; Marcel Bertrand, rapporteur.).

M. **Œhlert** est en France le meilleur connaisseur de nos faunes paléozoïques. Ses Mémoires paléontologiques ont rendu classique le Dévonien de la Mayenne. Ses recherches stratigraphiques, toujours longuement mûries et soumises à une critique sévère, ont fixé d'une manière définitive la solution de la plupart des questions abordées; il suffit de rappeler ses Notes sur les failles de Montsurs, sur la série des Coëvrons, sur l'âge du calcaire d'Erbray, et sur l'histoire des mouvements de la mer dans le bassin de Laval. Ces travaux, quoique presque exclusivement consacrés au département de la Mayenne, dépassent la portée d'une étude locale; ils forment, avec ceux de M. Barrois, la base la plus solide de nos connaissances sur le massif armoricain. La Commission propose de décerner le prix Delesse à M. **Œhlert**.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires: MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard; Gaston Bonnier, rapporteur.)

M. **Jacob Eriksson**, Professeur de Botanique à l'Académie royale d'Agriculture de Suède, déjà connu dans la Science par ses beaux travaux d'Anato-

mie, a envoyé à l'Académie une série de Mémoires importants sur la rouille des Céréales. M. Eriksson a réussi à cultiver les diverses espèces de Céréales à l'abri de toute contamination extérieure, depuis la germination jusqu'à la maturité des grains, et a perfectionné, d'autre part, les procédés d'inoculation. Il a institué dans ce but des expériences méthodiques, établies dans un laboratoire spécial et où toutes les garanties ont été prises pour assurer l'exactitude des résultats. D'autre part, le savant suédois à fait une étude approfondie des différentes espèces et variétés de rouille. Avant ses recherches on n'avait décrit que trois espèces attaquant les Céréales; M. Eriksson est arrivé à distinguer dix formes différentes de rouille pouvant se développer sur ces plantes, sans compter vingt autres formes qui attaquent les Graminées fourragères ou sauvages. Les formes distinguées par l'auteur sont déterminées par le nombre limité de Graminées sur lesquelles elles peuvent être inoculées expérimentalement. Ce sont, pour ainsi dire, des formes biologiques, peu différentes les unes des autres par la morphologie, mais très importantes à considérer au point de vue pratique. Ces diverses variétés de rouille passent rarement d'une sorte de Céréale à une autre, même par l'intermédiaire de l'écidiospore, et par des expériences nombreuses et bien conduites M. Eriksson s'est assuré que la propagation de la rouille d'une plante à l'autre, soit entre la plante à écidiospore et celle à urédospore, soit même entre les Graminées qui peuvent porter la même forme spéciale de rouille, est très peu importante.

Dans une autre série de recherches, M. Eriksson fait voir que la faculté germinative des urédospores et des écidiospores est souvent très faible, au moins très variable. Il a démontré qu'en beaucoup de cas cette faculté germinative était comme réveillée par le froid, après un séjour prolongé dans de la glace. La faculté germinative des téleutospores dure pendant un temps relativement court; elle ne subsiste que jusqu'au printemps suivant. Il en résulte que les pailles qui ont plus d'un an n'ont aucun effet dans la propagation de la maladie.

Enfin, M. Eriksson aborde, dans d'autres Mémoires, une question d'un grand intérêt: c'est celle qui est relative à la persistance de la maladie par l'intermédiaire des grains des Céréales eux-mêmes. Certaines observations ayant fait soupçonner à l'auteur que les grains des Céréales pouvaient contenir le germe primordial de la maladie, il a établi des cultures stérilisées, complètes depuis la germination jusqu'à la production de nouveaux grains mûrs. M. Eriksson a ainsi constaté, par des expériences précises et maintes fois répétées, que la rouille peut se transmettre et se propager par les

grains des Céréales. Ces expériences permettent de comprendre la permanence de la rouille dans des régions où la forme écidiale est inconnue.

Quant à l'hypothèse proposée par l'auteur pour expliquer cette transmission, et relative à un état plasmodique du Champignon dans les grains, il y a lieu de faire quelques réserves puisque l'auteur en a démontré l'existence sans en déceler la forme; mais il faut dire que, même si cette hypothèse n'était pas fondée, cela n'infirmerait en rien les expériences démonstratives et très probantes du savant suédois.

En somme, l'ensemble des travaux de M. Eriksson met en évidence des faits de la plus haute importance, relatifs au mode de vie et à la propagation des nombreuses formes de rouille qui attaquent les Graminées cultivées, ainsi qu'aux applications pratiques qu'on peut en déduire pour l'Agriculture.

En conséquence, la Commission décide à l'unanimité d'accorder le prix Desmazières à M. **Jacob Eriksson**.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Bonnier; Guignard, rapporteur.)

M. **Bourquelot**, Professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, a publié dans ces dernières années une longue série de travaux sur la physiologie des Champignons. Il s'est attaché d'abord à faire connaître les principes sucrés contenus dans ces végétaux et en a recherché la nature, l'origine, le siège et les transformations; il a fait ensuite une étude spéciale des ferments solubles ou diastases qu'on y rencontre.

I. Les sucres isolés et caractérisés par M. Bourquelot sont le tréhalose, la mannite, la volémite et le glucose.

Avant ses observations, on pensait généralement que le tréhalose, découvert par M. Berthelot dans le tréhala, et trouvé plus tard par M. Müntz dans les Champignons, n'existait qu'exceptionnellement chez ces végétaux. L'analyse de 212 espèces de Champignons, appartenant à 51 genres ou sous-genres différents, compris pour la plupart dans le groupe des Basidiomycètes, a permis à M. Bourquelot d'en démontrer l'existence dans 142 espèces, parmi lesquelles plusieurs avaient été auparavant l'objet de recherches infructueuses.

Ce résultat est dû en partie au perfectionnement des méthodes d'analyse, mais surtout aux remarques suivantes de l'auteur :

1° Le tréhalose disparaît rapidement dans les Champignons récoltés, qu'on les examine à l'état frais ou qu'on les dessèche préalablement à basse température; il est remplacé par de la mannite ou du glucose.

2° Il n'apparaît qu'au moment où les Champignons commencent à former leurs spores et il disparaît peu à peu pendant la maturation de ces dernières.

3° Il se forme et s'accumule, chez les grands Champignons, dans le tissu plus spécialement végétatif du pied et non dans l'hyménophore.

Au cours de ses recherches, M. Bourquelot a découvert dans l'une des espèces qu'il étudiait, le *Lactarius volemus*, un sucre nouveau, la volémite, qui est un homologue supérieur de la mannite et que M. Em. Fischer a classé parmi les heptites. On ne connaissait jusqu'alors qu'une seule heptite naturelle, la perséite; la volémite se trouve être la seconde.

II. L'étude des transformations des principes sucrés a conduit M. Bourquelot à découvrir chez les Champignons des ferments solubles ou diastases dont on n'avait pas auparavant soupçonné la présence dans ces végétaux. Telles sont d'abord la *tréhalase*, encore inconnue, qui dédouble le tréhalose en deux molécules de dextrose; puis la *maltase*, qui dédouble le maltose également en deux molécules de dextrose; l'*émulsine*, capable d'hydrolyser un grand nombre de glucosides; l'*inulase*, sécrétée par certaines moisissures et susceptible d'hydrolyser l'inuline et d'en faire un aliment assimilable.

Remarquons, à ce propos, qu'en recherchant si certaines plantes phanérogames, en apparence dépourvues de chlorophylle, telles que le *Monotropa Hypopitys*, ne renfermeraient pas aussi quelques-uns des principes immédiats observés chez les Champignons, M. Bourquelot a trouvé dans cette plante un autre ferment spécial, la *gaulthérase*, qui dédouble le glucoside de l'éther méthylsalicylique en mettant cet éther en liberté.

Portant ensuite ses investigations sur les matières oxydantes des Champignons, matières dont quelques-unes peuvent être, en raison de leur mode d'action, considérées comme des ferments solubles, il a montré, soit seul, soit en collaboration, que toutes les colorations spontanées qu'on observe quand on brise certains Champignons sont dues à l'action de ces matières en présence de l'air. Avec M. Bertrand, il a pu retirer, du *Russula nigricans*, un chromogène cristallisé, que ce chimiste a ultérieurement identifié avec la tyrosine. Plus tard, avec M. Harlay, il a montré que le chro-

mogène noircissant du *Russula adusta*, des *Boletus scaber*, *versipellis* et *aurantiacus*, est aussi de la tyrosine. Enfin, il a établi que les ferments oxydants des Champignons sont capables de déterminer l'oxydation d'un grand nombre de composés phénoliques : phénols, éthers de phénols, amines aromatiques. Quelques observations curieuses semblent également montrer que les colorations si diverses du chapeau des Champignons sont dues à l'action de ces mêmes ferments sur des chromogènes particuliers.

Tels sont les résultats les plus saillants obtenus par M. Bourquelot dans ses belles recherches. On pourrait signaler encore, dans les nombreux Mémoires qu'il a publiés depuis bientôt dix ans sur les Champignons, beaucoup d'autres faits d'un haut intérêt, non seulement pour la physiologie de ces végétaux, mais aussi pour la Biologie générale. Par la nature de ses travaux antérieurs, par ses connaissances en Chimie analytique et en Mycologie, il était bien préparé pour aborder ces questions délicates; on peut dire qu'il les a traitées avec une remarquable habileté.

Aussi la Section de Botanique est-elle unanime à décerner à M. **Bourquelot** le prix Montagne pour 1897.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Chatin, Guignard; Blanchard et Bornet, rapporteurs.)

La Commission du prix Thore partage le prix entre M. **Louis Bordas** et M. **Sappin-Trouffy**.

M. Bordas, auquel on doit de nombreuses recherches sur l'anatomie des Insectes, s'est occupé en ces derniers temps des glandes à venin des Insectes hyménoptères. Dans un travail fort intéressant : *Description anatomique* et *étude histologique des glandes à venin des Insectes hyménoptères*, il a constaté que ces organes existent, avec des variations morphologiques plus ou moins accentuées, dans toutes les familles de cet ordre.

Une étude histologique a été faite avec soin au sujet de chacune de ces glandes. M. Bordas a aussi décrit l'aiguillon venimeux chez quatre espèces d'Hyménoptères et il a montré que cet appareil, malgré certaines modifications apparentes, peut se ramener à un type unique. Il a également vérifié, à l'aide d'expériences chimiques fort bien faites, que le venin des Hyménoptères est un composé de deux liquides, l'un acide, l'autre alcalin,

sécrétés par deux glandes différentes, et qu'il est d'autant plus venimeux que la glande alcaline est moins développée. Il résulte de l'étude de M. Bordas que tous les Hyménoptères (Porte-aiguillon et Térébrants) sont pourvus d'un appareil venimeux, plus ou moins développé, mais comprenant toujours deux et quelquefois trois sortes de glandes : la glande acide, la glande alcaline ou de Dufour et parfois une glande venimeuse accessoire.

Au point de vue histologique, les glandes à venin comprennent : 1° une membrane externe, très mince; 2° un épithélium glandulaire formé par une ou plusieurs assises de cellules; 3° une membrane chitineuse interne généralement plissée.

M. Bordas consacre une partie de son Mémoire à l'étude et à la description de l'aiguillon chez quatre espèces d'Hyménoptères (Abeille, Guêpe, Poliste et Psammophile). Cet organe, très compliqué, est formé de quatre pièces principales : le gorgeret, les stylets, le fourreau et une lamelle chitineuse disposée latéralement.

. En accordant, en 1894, à M. Sappin-Trouffy un encouragement pour son Mémoire manuscrit sur le développement des Urédinées, la Commission du prix Desmazières avait exprimé le regret que l'auteur n'eût pas donné, sur un point particulièrement délicat et d'observation difficile, les renseignements qui, d'après des recherches toutes récentes, semblaient propres à distinguer, d'une manière nette et décisive, la fusion des noyaux reproducteurs et la fusion des noyaux végétatifs.

Cette lacune n'existe plus dans le travail définitif imprimé, soumis cette année au jugement de l'Académie. M. Sappin-Trouffy a repris ses observations, les a poursuivies pendant deux ans et a réussi à déterminer, d'une manière complète, le rôle du noyau dans le développement des Urédinées.

De même que dans les noyaux sexuels des animaux et des végétaux, il se produit chez ces plantes une réduction du nombre et de la masse des chromosomes, avec cette différence toutefois que le phénomène ne précède pas la fécondation, mais la suit.

En effet, le gros noyau formé dans les cellules de la téleutospore, à la fin de la végétation par la fusion des deux noyaux copulateurs, et qui répond, pour l'auteur, au noyau fécondé de l'œuf, renferme une masse de substance chromatique représentant quatre chromosomes. Quand, à la germination, il passe dans le promycélium et s'y divise, la division n'amène pas quatre chromosomes, comme le ferait une division ordinaire, mais seule-

ment deux, ayant chacun un volume deux fois plus grand que les chromosomes des noyaux végétatifs. Une seconde bi-partition suivant immédiatement la première, les nouveaux chromosomes n'ont plus que la moitié du volume des chromosomes de la première génération. Ce sont ces noyaux ainsi réduits et redevenus semblables aux noyaux ordinaires de la plante qui passent dans les sporidies.

On voit par ce court exposé que M. **Bordas** et M. **Sappin-Trouffy** sont vraiment dignes de recevoir un prix de l'Académie; en conséquence, la Commission décerne à chacun des auteurs la moitié du prix Thore.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

La Commission du prix Savigny a décidé de ne pas décerner le prix cette année.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Blanchard, Ranvier, de Lacaze-Duthiers; Edmond Perrier, rapporteur.)

La généalogie des espèces de Papillons est-elle inscrite sur leurs ailes? Tel est l'intéressant problème que s'est posé Mme la comtesse **de Linden**. Comment un pareil problème a-t-il pu surgir; par quelle voie peut-on espérer en obtenir la solution? C'est ce qu'il nous faut d'abord expliquer pour justifier la décision que la Commission du prix da Gama Machado soumet à la ratification de l'Académie.

Lorsqu'on se place sur le terrain de l'hypothèse de la descendance, trois ordres de phénomènes semblent, dans l'état actuel de nos connaissances, embrasser l'embryogénie tout entière : 1° les phénomènes de *patrogonie* ou de répétition des formes ancestrales dans leur ordre de succession gé-

néalogique; 2° les phénomènes de *tachygonie*, ou d'accélération dans le mode de formation des blastomères, des feuillets, des mérides, des organes et des systèmes organiques de l'embryon; 3° les phénomènes d'*armozogonie* [1], ou d'adaptation de l'embryon à des conditions de développement qui lui sont propres, qui sont, par cela même, essentiellement transitoires et différentes des conditions définitives auxquelles sera liée l'existence de l'adulte. Les premiers sont des phénomènes d'*hérédité* pure et simple; les seconds sont dominés par cette faculté, que possède la substance vivante, de reproduire de plus en plus rapidement, quand les conditions sont favorables, les modifications qu'elle a subies, faculté que nous avons désignée sous le nom de *tachygénèse* [2]; les troisièmes représentent la part de variabilité personnelle dont les embryons sont susceptibles au cours de leur développement, sans modifier le résultat définitif de leur évolution, variabilité qui est due en partie aux façons différentes dont l'embryon use de ses organes et qui rentre, par conséquent, pour cette partie, dans la *cinétogenèse* de Cope. Tout travail complet d'embryogénie doit tenir compte de ces trois ordres de phénomènes et les mettre respectivement en évidence. Mais il est nécessaire pour cela de s'adresser à un grand nombre de types et de les comparer entre eux; de nombreuses discussions se sont élevées entre les embryogénistes arrivés, sur le même sujet, à des résultats en apparence contradictoires pour n'avoir pas compris que ces résultats n'étaient que des termes plus ou moins éloignés d'une même série et que, loin de se contredire, ils fournissaient les moyens d'établir les lois de transformations des phénomènes embryogéniques. Une contradiction de ce genre paraît justement avoir été le point de départ du travail de Mme de Linden.

Contrairement à une opinion très répandue, les êtres vivants n'ont pas évolué en bloc; pas plus que, dans l'espèce humaine, la formation des nations policées n'a fait disparaître les formes sociales les plus rudimentaires la formation d'espèces nouvelles sur divers points du Globe n'a fait disparaître les espèces-souches de ces dernières. Il est donc permis, dans un ordre d'Insectes tel que celui des Lépidoptères, où les espèces d'un même genre et souvent d'une même famille présentent manifestement un même type d'ornementation et de coloration, de se demander quelles formes sont les plus voisines des formes originelles, et quelles sont, au contraire,

---

(1) *Rapport sur le prix Serres* (*Comptes rendus*, 21 décembre 1896).

(2) *Ibid.*

les formes les plus récentes et les plus modifiées. Il est clair, d'autre part, que si les phénomènes de patrogonie ont été conservés, on devra voir, sur l'aile des jeunes papillons encore enfermés dans l'étui de la chrysalide, les dessins et les couleurs des formes ancestrales apparaître tout d'abord et se modifier ensuite, de manière à reproduire chronologiquement les aspects présentés par les espèces appartenant à la même série généalogique. César Schæffer et Van Bemmelen obtinrent en effet, par l'étude du développement du dessin des ailes des Vanesses petite-tortue (*V. urticæ*) et belle-dame (*V. cardui*), quelques résultats encourageants; le premier pensait toutefois que les modifications de dessin survenues au cours de la période de chrysalide ne portaient que sur des détails, tandis que le second considérait que le type même du dessin pouvait se modifier. Erich Haase a obtenu, pour les *Papilio*, des résultats analogues à ceux de Van Bemmelen.

Pour Urech, au contraire, le dessin apparaîtrait toujours d'emblée, mais les couleurs ne se montreraient que successivement dans l'ordre suivant : blanc, jaune, rouge, brun et noir. La couleur bleue, simplement due à la superposition d'écailles incolores à un fond noir devait, par cela même, apparaître la dernière. Urech attribue ce développement de ces couleurs à un réchauffement graduel du climat, il a dressé une généalogie des Vanesses, qui est à peu près l'inverse de celle à laquelle se sont arrêtés les précédents auteurs. Il résulterait de cette manière de voir que les influences extérieures et, avant tout, les influences calorifiques ne seraient pas sans action sur le mode de coloration des ailes des Lépidoptères. En outre, il n'y aurait pas de développement patrogonique du dessin; celui-ci serait essentiellement tachygonique, et le développement patrogonique des couleurs serait lui-même susceptible d'être modifié par les conditions extérieures.

On peut s'attendre d'ailleurs à ce que, par tachygénèse, dessin et couleurs prennent d'emblée leurs dispositions définitives.

M[me] de Linden a courageusement entrepris de démêler ce qu'il y avait de vrai dans ces propositions contradictoires. Elle a étudié, au point de vue spécial qui nous occupe, les *Papilio podalirius* (Flambé) et *Machaon*, la *Thaïs polyxena*, les *Vanessa levana* (Carte géographique) et *urticæ*. Ses observations donnent raison à Van Bemmelen et à Schæffer contre Urech, en ce qui concerne le développement progressif du dessin des ailes des espèces primitives; mais des phénomènes de tachygonie interviennent chez les

espèces les plus modifiées, et le dessin peut alors apparaître d'emblée comme l'a vu Urech.

En ce qui concerne les *Papilio*, Mme de Linden se rallie complètement aux propositions énoncées par Eimer [1] :

1° La couleur du fond de l'aile et le dessin se développent successivement; ce dernier peut masquer presque totalement la couleur du fond (*V. articæ*).

2° Le dessin de l'aile postérieure devance généralement celui de l'aile antérieure; le dessin du dessus des ailes, celui du dessous.

3° Les modifications du dessin progressent du bord interne au bord externe (écailles noires des *Thaïs* et des *Vanessa*, coloration tardive du bord externe chez les *Papilio*).

4° Les bandes apparaissent généralement au point de ramification des nervures ou s'étendent le long de leur bord; leur position change avec la forme de l'aile.

5° Les *Papilio alebion* et *glycerion* représentent une forme primitive d'où le *P. podalirius* serait dérivé par la multiplication du nombre des écailles noires, la réunion de plusieurs bandes et la réduction de la bande de parade. Chez le *P. podalirius*, les bandes situées dans la cellule discoïdale devancent toutes les autres; chez le *P. Machaon*, les bandes sont réunies dès le commencement, réduites à des taches longitudinales et forment finalement, quand les nervures portent des écailles noires, un dessin transversal.

6° Le dessin de la *Vanessa levana* est plus primitif que celui des *V. urticæ* et *polychloros* (grande tortue). Les bandes de la *V. urticæ* sont plus courtes et le dessin primitif fait défaut.

Si intéressants que soient ces résultats, ils ne reposent encore que sur l'étude d'un bien petit nombre d'espèces; l'auteur n'indique pas pourquoi son choix s'est porté sur les genres qu'il a étudiés plutôt que sur d'autres. Même en se bornant, comme l'a fait Mme de Linden, aux Papillons de jour, il eût été nécessaire d'établir entre leurs genres, en se basant sur l'ensemble de leurs caractères, un ordre probable de succession généalogique; il était dès lors indiqué de commencer ces études par les genres les plus anciens et les plus simplement colorés, de chercher à déterminer, parmi les genres et parmi les espèces de chaque genre, les formes où la

---

(1) Eimer, *Die Artbildung und Verwandschaft der Schmetterlingen*, Iéna, 1895 et 1896.

patrogonie domine dans l'évolution du dessin et de la couleur, de suivre pas à pas dans les autres les effets de la tachygénèse et de préciser ainsi l'ordre de succession des espèces. On pouvait se demander ensuite quelles causes externes ou internes avaient pu amener les modifications chronologiquement établies du dessin et de la couleur et aborder ainsi le problème de l'origine de l'ornementation des ailes des Lépidoptères; tout au moins par cette méthode les données du problème auraient été scientifiquement établies et la solution, par cela même, préparée. Il est vraisemblable que les résultats obtenus dans cette direction sur les *Hesperinæ*, les *Pierinæ*, les *Apaturinæ*, les *Melitæa*, les *Argynnis*, etc., n'auraient pas été sans intérêt et les Papillons hétérocènes soulèvent des questions autrement variées. La Commission du prix da Gama Machado a donc pensé qu'il convenait de mentionner honorablement les recherches de Mme la comtesse DE LINDEN, et de l'encourager à les poursuivre en espérant qu'il serait possible de leur accorder prochainement l'une des récompenses dont l'Académie dispose.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux; Potain, rapporteur.)

M. le Dr GAUCHER a présenté, pour concourir à ce prix, deux Ouvrages également importants.

Le premier est un Travail sur la pathogénie des néphrites. Il y démontre expérimentalement l'origine toxique des néphrites épithéliales par l'injection sous-cutanée, à des animaux, de matières extractives, telles que la leucine, la tyrosine, la créatine, la créatinine, la xanthine, l'hypoxanthine. Il en déduit l'influence pathogène que les matériaux de désassimilation exercent sur le rein, dans toutes les maladies aiguës ou chroniques où la désassimilation s'exagère, et il met en lumière, mieux que cela n'avait jamais été fait, l'importance considérable que l'alimentation peut avoir dans le traitement des

maladies des reins, suivant qu'elle introduit dans l'économie ces extractifs de la viande dont l'influence sur ces organes peut être nuisible, ou que, au contraire, elle les en exclue tout à fait.

Le second des Ouvrages de M. Gaucher est un Traité des maladies de la peau, résumé des leçons professées par l'Auteur à la Faculté de Médecine. Dans ce Livre l'étude des affections cutanées est soigneusement et très étroitement rattachée aux notions, tous les jours plus précises, que la Pathologie générale fournit à la Pathogénie. L'Auteur ne s'est pas contenté de marcher résolument à cet égard sur les traces de l'illustre Bazin : il a apporté dans cette étude un contingent très important de faits basés sur des recherches personnelles. Il a montré que, comme les reins, la peau subit l'influence nocive des accumulations de matières extractives et que, notamment dans l'arthritisme, ces accumulations peuvent devenir un des éléments essentiels de l'action spéciale et pathogène que cette diathèse exerce sur les téguments.

Il a montré les rapports de certaines formes des maladies de la peau avec la tuberculose et décrit, sous le nom de tuberculose *pustulo-ulcéreuse*, une variété nouvelle de cette affection. Il a fait voir surtout comment la communauté d'origine n'implique en aucune façon l'égalité de virulence et un degré semblable de gravité; par où il a été conduit à des considérations très importantes relativement au pronostic et au traitement, comme à la prophylaxie de ces maladies.

Un second Volume du même Ouvrage contient des faits absolument nouveaux relatifs, par exemple, à la chromhydrose, à la pathogénie de l'éléphantiasis des Arabes, à l'hérédité et à la transmission de la lèpre, au clou de Biskra et à une affection tuberculo-ulcéreuse qu'il a observée à Pendja, dans la Russie méridionale.

En raison de ces titres, qui sont d'une haute valeur, votre Commission propose à l'Académie de décerner l'un des prix Montyon à M. le Dr **Gaucher**.

Un prix est décerné à M. **Zambaco** pour l'ensemble de ses travaux sur la lèpre, à l'occasion de son nouveau Livre intitulé : *Les lépreux ambulants de Constantinople*.

L'œuvre de M. Zambaco est des plus importantes et des plus méritantes. Il a fait de la lèpre, dans ses diverses modalités, une description où bien des traits nouveaux s'ajoutent au tableau ancien; et la sûreté de ses descriptions cliniques l'autorisent à affirmer le diagnostic d'après les signes objectifs, même si l'examen bactériologique semble devoir être négatif. De

même que le lupus bien déterminé cliniquement peut être avec certitude déclaré tuberculeux même si le bacille de Koch ne se laisse pas découvrir, de même M. Zambaco se sent en droit, et avec raison, de déclarer lépreux certains érythèmes, certains cas de morphée, de sclérodermie, d'ainham, de syringomyélie, alors que le bacille de Hansen n'y aurait pas été mis en évidence. Il a découvert la lèpre infantile. Il a apporté des arguments décisifs en faveur de l'hérédité de cette maladie.

Comparant les signes d'une maladie mutilante observée en Bretagne avec ce qu'il voyait chez les lépreux de Constantinople, il conclut à l'identité de la lèpre et de la maladie de Morvan et, guidé par cette certitude déduite de la clinique, il vient chez nous et découvre en Bretagne une endémie lépreuse.

Ce sont là des titres qui placent l'œuvre de M. **Zambaco** à un rang très éminent parmi les travaux qui, dans ce dernier quart de siècle, ont le plus fait progresser la Médecine clinique.

MM. **Rémy** et **Contremoulins** présentent deux Atlas de Radiophotographie.

Ce Travail très important, très soigné, montre que les Auteurs ont été les véritables initiateurs pour un grand nombre d'applications de la Radiographie aux Sciences médicales. Si, depuis leurs travaux, des perfectionnements ont été réalisés sur certains points, c'est à eux qu'appartient l'honneur des premières applications. On peut s'en convaincre par la date de leurs diverses publications :

1° Radiographies stéréoscopiques (27 juillet 1896);

2° Recherches des projectiles dans le crâne (27 juillet 1896);

3° Première démonstration sur le vivant du siège d'un projectile (4 août 1896);

4° Injections cadavériques rendant les vaisseaux visibles dans les radiogrammes (2 novembre 1896);

5° Étude de l'évolution des dents (2 novembre 1896);

6° Applications à la Paléontologie, avec M. Lemoine (Communications diverses à l'Académie des Sciences);

7° Localisation précise de la position des projectiles dans le crâne et la tête (Académie de Médecine, 6 avril 1897).

L'album présenté par les Auteurs montre qu'ils ont soigneusement étudié et figuré les divers états physiques des tubes de Colardeau-Chabeaud et le degré de rapidité et de netteté des images correspondant à ces divers états.

La suite du Travail montre de nombreuses et très intéressantes applications de la Radiographie à la *Pathologie chirurgicale*, à la *Médecine légale*, à l'*Embryogénie*, à la *Zoologie comparée*, à la *Botanique*.

MM. **Marie** et **Ribaut** adressent également au concours une fort belle série d'épreuves radiographiques. Ce sont surtout les injections vasculaires qui sont représentées avec une admirable perfection sous forme d'épreuves stéréoscopiques. Les auteurs ont créé, pour la prise de ces images, un ingénieux dispositif qui assure l'exactitude du relief.

Votre Commission a pensé que ces Travaux d'une très grande valeur méritaient un prix Montyon, et elle a associé ces divers auteurs au partage de ce prix.

Des mentions sont attribuées à M. **Fabre-Domergue**, à MM. **Bosc** et **Vedel**, et une troisième mention à M. **Lapique**.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Chatin, Guyon, Lannelongue, Potain, Bouchard.)

Le prix est décerné à M. **de Rochebrune**, pour son Ouvrage intitulé : *Toxicologie africaine;* une mention est attribuée à M. **Lucet**, pour son Ouvrage intitulé : *De l'*Aspergillus fumigatus *chez les animaux domestiques et dans les œufs en incubation*.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux; Potain, rapporteur.)

MM. **Burot** et **Legrand**, médecins de la Marine, ont présenté à l'Académie deux Ouvrages : l'un imprimé et traitant des *Maladies des marins et des Épidémies nautiques*, l'autre manuscrit et relatif à la *Mortalité dans l'armée coloniale*. Ces deux Ouvrages contiennent un très grand nombre de documents très soigneusement collectés, très attentivement analysés et sagement utilisés. Ils ont, le dernier surtout, une portée pratique très considérable et seront d'une haute utilité pour la Médecine coloniale. En conséquence, la Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix à MM. **Burot** et **Legrand**.

M. **Émile Legrain** a envoyé à l'Académie un Livre *Sur la pathologie saharienne*, accompagné de nombreuses photographies, pour lequel la Commission propose une récompense.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval; Guyon, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à MM. **Beauregard** et **Boulart** pour leurs Recherches sur les organes génito-urinaires des Cétacés.

Ces organes n'avaient jusqu'à ce jour été l'objet que de descriptions succinctes, en raison même des difficultés que l'on éprouve à se procurer des pièces anatomiques propres à leur étude. Les auteurs ont pu réunir un nombre relativement grand d'organes génito-urinaires de Cétacés, à la fois chez les Baleinides et parmi les Cétodontes, ce qui leur a permis de donner une description assez complète de l'organisation de l'appareil génito-urinaire chez ces mammifères.

Ils ont étudié, dans un premier Mémoire, les organes génito-urinaires des Baleinides mâles et femelles. Ils ont démontré, chez ces dernières, l'existence de plexus vasculaires, non encore décrits, dans les ligaments larges et donné des descriptions, nouvelles pour la plupart, des organes internes dans les deux sexes.

Chez les Baleinoptères mâles, MM. Beauregard et Boulart ont fait connaître l'existence d'un réseau veineux excessivement riche à la surface du rein, réseau communiquant avec les veines de la partie postérieure du corps et avec la veine rénale, constituant ainsi une sorte de veine porte d'un très riche développement.

D'autres recherches les ont conduits à étudier la structure des membranes fœtales et à signaler l'existence de corps hippomanes sur le cordon, caractères anatomiques qui paraissent indiquer une certaine relation de parenté entre les Cétacés et les Equidés.

Ayant eu l'occasion d'étudier les organes génitaux d'un Baleinoptère (*B. musculus*) mâle, MM. Beauregard et Boulart ont démontré la présence d'un *protometra* (utérus mâle) et indiqué la curieuse particularité offerte par les canaux déférents qui sont pourvus, dans cette espèce, d'une valvule spirale qui s'étend à toute leur longueur et rappelle celle de l'intestin des Squales.

Les auteurs de cet intéressant ensemble de recherches donnent enfin une description complète des organes mâles du Cachalot. Cette description est la première qui ait été faite, elle comprend : une étude de la verge du mâle et, chez le fœtus de $1^{m},30$, celle des muscles de la région ainsi que des organes internes et externes.

PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, d'Arsonval, Duclaux; Marey, rapporteur.)

Le prix Parkin est décerné à M. **Augustus Waller**, pour ses études relatives à l'action de l'acide carbonique et de certains gaz et vapeurs sur la variation négative des nerfs excités.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Lannelongue; Guyon, rapporteur.)

La Commission a partagé le prix entre MM. **Auguste Pettit**, pour ses *Recherches sur les capsules surrénales*, et **Péron**, pour ses *Recherches anatomiques et expérimentales sur les tuberculoses de la plèvre*.

Une somme de *mille francs* est attribuée à M. Auguste Pettit et *quatre cents francs* à M. Péron.

M. Auguste Pettit a fait de nombreuses recherches sur les capsules surrénales et les a poursuivies pendant plusieurs années. Il s'est attaché à démontrer que ces organes sont bien réellement des glandes en les étudiant dans toute la série des Vertébrés et en en faisant l'Histologie physiologique. Après avoir reconnu que leur forme et leur position sont sujettes à de nombreuses variations et qu'un seul caractère semble constant, à savoir le voisinage des capsules surrénales avec les gros troncs vasculaires de l'abdomen, ainsi que leur très riche vascularisation, l'auteur choisit, pour ses études d'Histologie physiologique, la capsule surrénale des Téléostéens. Chez l'Anguille, en particulier, il établit que leur structure est glandulaire, et fait mieux encore, car il nous montre le mécanisme de leur sécrétion, ce que personne n'avait pu faire jusqu'ici. Un grand nombre de dessins et des

expériences physiologiques viennent appuyer ses démonstrations, et l'ensemble de ses recherches permettent à l'auteur de conclure :

1° Que la capsule surrénale est une glande au sens propre du mot;

2° Qu'elle est le siège de phénomènes sécrétoires se traduisant par des processus histologiques;

3° Qu'elle doit prendre place dans la série des glandes closes à côté du corps thyroïde.

Recherches anatomiques et expérimentales sur les tuberculoses de la plèvre; par M. **Péron**.

De ces recherches l'auteur conclut que le bacille tuberculeux peut, dans la plèvre, réaliser toutes les formes de pleurésie, en particulier la pleurésie séro-fibrineuse à allure de pleurésie franche aiguë.

Il a pu notamment reproduire, chez le chien, les différentes formes de pleurésie avec des cultures pures de tuberculose humaine, et sans intervention d'agents étrangers, en faisant varier les doses et la virulence.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue; Marey, rapporteur.)

La fatigue et l'entraînement physique, par M. le Dr Ph. Tissié (à Bordeaux).

Sous ce titre, M. **Tissié** a présenté au concours un très important travail sur l'éducation physique, sur les défauts de l'enseignement tel qu'on le donne aujourd'hui et sur la direction meilleure qu'on pourrait lui imprimer si l'on s'inspirait davantage des notions de la physiologie et de l'hygiène. Tout en faisant certaines réserves sur quelques-unes des théories physiologiques de l'auteur, votre Commission a été frappée de la riche accumulation de faits et d'observations personnelles apportée par l'auteur à l'appui de ses idées. Elle désire attirer sur cet Ouvrage l'attention des hommes chargés de l'éducation de la jeunesse et décerne à M. le Dr **Tissié** le prix Mège pour 1897.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards; Bouchard, rapporteur.)

La Commission partage le prix entre M. **Henri Meunier** pour son étude sur le « Rôle du système nerveux dans l'infection de l'appareil pulmonaire » et M. **Gustave Durante** pour son étude sur les « Dégénérescences secondaires du système nerveux ».

L'appareil respiratoire est largement ouvert aux agents capables de produire une infection par les microbes vulgaires ou par les microbes virulents. Ces agents, ceux-là même dont l'expérimentation fait reconnaître l'active virulence, vivent et prospèrent dans les cavités voisines, dans la bouche, dans le pharynx, même dans les bronches; et cependant l'infection toujours imminente ne se produit pas. Certaines conditions suspendent l'action protectrice qui, dans l'état habituel, empêche la réalisation de cette infection. C'est tout un ordre de ces actions protectrices que M. Meunier a étudié, et son travail, à la fois expérimental, anatomo-pathologique et clinique, montre comment certaines perturbations nerveuses engendrent les infections pulmonaires.

Que la défense soit produite par un réflexe provocateur de toux, ou par les mouvements des cils vibratiles, ou par les changements vasculaires qui rendront plus active la diapédèse, ou enfin par des changements de la nutrition d'où naissent les matières bactéricides, on conçoit la multiplicité des moyens par lesquels le système nerveux protège le poumon contre l'infection et la multiplicité des perturbations ou des lésions qui rendront possible ou qui provoqueront cette infection.

L'auteur en a donné la preuve expérimentale en éclairant par l'étude bactériologique la question déjà traitée de la pneumonie par lésion du vague et en montrant que l'infection se limite aux régions énervées.

Chez l'homme il montre que si la lésion nerveuse est périphérique la lésion pulmonaire est unilatérale et limitée au même côté où le nerf est lésé; que si la lésion nerveuse est centrale, l'infection pulmonaire est croisée.

Il s'attache plus particulièrement à l'étude des névrites primitives, toxiques ou infectieuses du nerf vague, et aux névrites secondaires causées par les tumeurs du médiastin. A ne considérer que celles qui compliquent l'adénopathie trachéo-bronchique il apporte quatorze observations person-

nelles où l'infection pulmonaire surajoutée s'est trouvée limitée aux parties énervées du poumon.

Dans son étude sur les dégénérations secondaires du système nerveux, M. Durante s'est attaché à établir, à côté de la dégénération wallésienne, la réalité d'une dégénération rétrograde dans les nerfs périphériques sensitifs et moteurs et dans les centres nerveux. Aux faits déjà connus il a ajouté des observations personnelles qui mettent hors de doute la réalité de la dégénération descendante dans les cordons postérieurs de la moelle épinière. On doit à M. **Durante** une étude très soignée des lésions histologiques de cette dégénération rétrograde qui ne saurait être confondue avec celle dont Waller nous a fait connaître l'existence.

Des mentions honorables sont accordées à M. **Voisin**, pour son Travail *Sur l'épilepsie;* à MM. **Onuf** et **Collins**, pour leur Ouvrage portant pour épigraphe : *Impariamo ancora;* à M. **A. Mercier**, auteur d'une brochure *Sur la diminution du poids du cerveau dans la paralysie générale*, et d'un autre Travail intitulé : *Les coupes du système nerveux central.*

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Guyon, Bouchard, Potain, Marey; M. Lannelongue, rapporteur.)

La Commission chargée d'examiner le mérite des travaux envoyés à l'Académie vous propose de décerner le prix du Baron Larrey à M. le Dr **Auffret**, Directeur du Service de Santé de la Marine à Brest.

L'œuvre de M. Auffret est intéressante, utile à divers titres et originale en même temps. Elle comprend une série de six monographies relatives aux secours à donner aux blessés et aux naufragés des guerres maritimes. Les unes exposent l'historique de la question; elles montrent avec clarté que, jusqu'aux doctrines humanitaires de la fin du siècle dernier, on ne paraissait guère prendre grand souci du sort des malheureux blessés. On ne trouve aucune mention des soins qu'on pouvait leur donner dans les escadres de Duguay-Trouin, de Duquesne et de Jean-Bart. Mais il suffit de quelques années, durant les guerres navales de la seconde moitié du siècle dernier, de la République et du premier Empire, pour voir naître et grandir, de manière qu'ils s'élevassent vite à la hauteur de leurs fonctions, une série d'hommes vaillants et dévoués qui eurent la charge de secourir les victimes de ces guerres.

Ce ne fut cependant qu'une première et courte étape.

Dans la seconde, comprenant les temps rapprochés de nous, le problème s'élargit beaucoup. L'organisation des secours maritimes s'est inspirée des moyens de secours des guerres continentales ; après une longue période de tâtonnement les derniers présentent actuellement une chaîne ininterrompue dont les anneaux se tiennent de la manière la plus serrée.

M. le Dr **Auffret** a droit à une part du mérite de cette organisation en ce qui concerne la Marine, et je ne parle pas de l'invention faite par lui d'appareils ingénieux, d'une grande utilité, adoptés sans conteste par le Conseil de Santé.

Pour parvenir à donner les soins nécessaires aux blessés des guerres maritimes, près des côtes ou en haute mer, il fallait commencer par organiser un service spécial dans les ports militaires et de commerce, dans certains points du littoral; il convenait ensuite d'établir des communications de ces divers points avec les escadres engagées.

De là la nécessité de créer des navires dits *de secours*, véritables unités techniques au même titre que les navires de combat. C'est à l'État que doit revenir le soin et le souci de ces bâtiments hôpitaux, qui doivent avoir le bénéfice absolu de la naturalisation et qui doivent offrir des qualités de marche et d'exercice leur permettant de suivre et d'accompagner les escadres. Ils devront être construits et aménagés de manière à présenter les conditions qui permettent de répondre à toutes les exigences que comportent aujourd'hui les malades ou les blessés des guerres.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Duclaux, Potain ; Chauveau, rapporteur.)

Le prix est décerné, par la Commission, à M. **Delzenne** pour ses travaux sur la coagulation du sang.

L'ensemble des recherches de M. Delzenne, sur la coagulation du sang chez les Vertébrés, lui a permis de formuler cette conclusion : le sang des

Oiseaux, des Reptiles, des Batraciens et des Poissons offre une remarquable résistance à la coagulation spontanée.

Quand ce sang est recueilli en observant rigoureusement les règles que nécessite l'étude méthodique d'une coagulation spontanée, il reste généralement liquide pendant plusieurs jours.

M. Delzenne a montré que les propriétés coagulantes des tissus, déjà signalées par Wooldrige, d'une part, Schmidt et ses élèves d'autre part, suffisent à expliquer la rapidité avec laquelle se coagule le même sang lorsqu'il est recueilli au niveau d'une plaie. Rien de plus net que les expériences à l'aide desquelles l'auteur démontre l'influence de ces propriétés. La démonstration est surtout saisissante quand on opère sur le sang d'oiseau, qui a toujours passé pour le plus rapidement coagulable de tous les sangs et qui, soustrait au contact direct des plaies vasculaires par lesquelles il s'écoule, conserve pendant plusieurs jours toute sa fluidité, dans les récipients propres et stérilisés où on le recueille. Le sang se coagule au contraire presque instantanément, si ces récipients contiennent la plus faible parcelle d'un tissu quelconque.

L'étude de la coagulation du sang chez les Mammifères, soumise à l'observation rigoureuse des mêmes règles, permet de s'assurer que le sang de ces derniers, quelles que soient les précautions employées pour le recueillir à l'abri du contact des tissus, coagule toujours dans un délai qui n'excède guère quinze à vingt minutes.

Il y a donc lieu d'établir une distinction absolue entre la coagulabilité du sang chez les Mammifères et chez les autres Vertébrés. Quelles sont les causes de ces différences? Pour le moment, on ne peut guère répondre à la question qu'en signalant le rapport très étroit qui existe entre la structure histologique des globules rouges et la coagulabilité du sang dans les différentes classes des Vertébrés. Il est, en effet, frappant que la prise en caillot est très rapide chez les Mammifères, animaux dont les globules rouges sont dépourvus de noyau, tandis qu'elle se fait, au contraire, avec une extrême lenteur chez tous les Vertébrés à globules nucléés.

L'influence de la présence du noyau ne saurait être contestée, car chez les embryons de Mammifères au stade du développement qui correspond à l'existence exclusive d'hématies nucléées dans le sang, la coagulation s'effectue suivant le même processus que chez ceux des Vertébrés adultes dont les globules rouges sont pourvus de noyau d'une manière permanente.

Une mention honorable est accordée à M. Gourfein.

PRIX LA CAZE (PHYSIOLOGIE).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, Lannelongue, Chauveau, Duclaux, Ranvier; d'Arsonval, rapporteur.)

Par les belles recherches que récompense aujourd'hui même l'Académie, M. Lénard avait pensé établir que les phénomènes qu'il avait le premier observés hors de l'ampoule à vide et les phénomènes lumineux dont l'intérieur de l'ampoule est le siège sont inexplicables dans la théorie de Crookes. Malgré la grande perspicacité dont M. Lénard a fait preuve dans cette étude, il ne songea pas qu'il pouvait y avoir dans l'ampoule, et hors de l'ampoule, deux actions distinctes, dont l'une était la conséquence de l'autre.

Il était réservé à M. **Rontgen** de réaliser l'expérience établissant la distinction entre les deux phénomènes.

M. Röntgen, en observant les phénomènes découverts par Lénard, se plaça dans des conditions telles qu'il lui était impossible d'admettre que les actions qu'il constatait fussent dues au rayon même échappé de la cathode et ayant traversé la paroi de l'ampoule.

Il reconnut, par des expériences aujourd'hui classiques, que la source des nouveaux rayons était le point même de la paroi de l'ampoule frappé par les rayons cathodiques, et n'hésita pas à attribuer les phénomènes qu'il observait à une nouvelle espèce de rayons.

Dans une étude rapidement conduite il établit les principales propriétés des nouveaux rayons, reconnut qu'ils se propagent en ligne droite ou tout au moins que leur réfraction et que leur absorption dans les corps est très différente de celle que subit la lumière. Il trouva, en particulier, ce fait capital qu'un grand nombre de corps, et notamment certains tissus vivants, opaques à toutes les lumières connues, sont traversés même sous de grandes épaisseurs par les nouveaux rayons.

Il réalisa entre autres cette expérience merveilleuse qui permet d'explorer et de voir toutes les parties du squelette à travers les tissus qui le recouvrent.

En présence d'une découverte qui apporte un agent nouveau à la Thérapeutique, qui permet à l'exploration médicale de créer une méthode nouvelle rendant accessible à la vue ce qui n'avait encore pu être exploré que par l'ouïe ou par une palpation lointaine; en présence enfin des modifica-

tions étranges que les nouveaux rayons font subir à la nutrition et aux actions élémentaires des tissus, la Commission du prix La Caze (Physiologie) a pensé être l'interprète de la gratitude et de l'admiration des physiologistes et des médecins en s'associant à la Commission du prix La Caze (Physique), pour qu'une égale récompense soit décernée aux deux principaux auteurs de cette brillante découverte. En conséquence, votre Commission vous propose d'attribuer le prix La Caze (Physiologie), pour l'année 1897, à M. **Röntgen**.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Guyon; Chauveau, rapporteur.)

La question posée était ainsi libellée : *Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques, chez les animaux.*

M. **Kaufmann** a traité cette question dans l'exposé de plusieurs séries de recherches expérimentales originales, auxquelles la Commission a décerné le prix.

Voici le résumé de cet exposé ;

L'auteur a cherché à déterminer les relations qui existent entre l'énergie émise sous forme de chaleur sensible par l'animal en repos et les processus chimiques intra-organiques. Ces processus chimiques amènent une simplification graduelle des molécules des principes immédiats qui entrent dans la constitution de l'organisme et des aliments, pour aboutir à la formation de l'urée et de l'acide carbonique éliminés par les animaux.

La comparaison de la quantité de chaleur émise dans les diverses conditions biologiques et des quantités d'oxygène absorbé, d'acide carbonique et d'urée ou mieux d'azote urinaire éliminés, permet d'arriver à la détermination de la part qui revient aux oxydations dans la mobilisation de l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques. Il est bien évident que, si, dans les diverses conditions de l'animal, il existe toujours une relation constante entre la chaleur émise et l'oxygène absorbé, on est en droit de conclure que l'énergie représentée par cette chaleur a pour origine certaine les processus d'oxydation et non les processus anaérobies.

La recherche de cette relation a été faite à l'aide d'un dispositif expérimental analogue à ceux qui ont déjà été utilisés pour d'autres études du

même ordre. Grâce à ce dispositif et à la méthode employée pour l'exploiter, il a été permis de mesurer avec rigueur et simultanément, sur le même sujet, l'oxygène absorbé, l'acide carbonique éliminé, l'azote urinaire expulsé et la chaleur sensible dégagée.

Ces déterminations ont été faites sur des chiens placés dans l'une des cinq conditions biologiques suivantes :

1° Pendant l'abstinence ;

2° Pendant l'abstinence et la fièvre ;

3° Pendant la digestion d'aliments sucrés ;

4° Pendant la digestion d'aliments gras ;

5° Pendant la digestion d'aliments albuminoïdes.

Dans toutes ces conditions, on a constaté qu'il existe une relation étroite entre l'émission de chaleur et l'absorption d'oxygène. Pour mettre en évidence cette relation, il est nécessaire de tenir compte de la destination immédiate et du mode d'utilisation de l'oxygène consommé dans les diverses conditions.

On sait, en effet, que l'unité de poids ou de volume d'oxygène produit une quantité de chaleur variable suivant que ce gaz sert à oxyder des matières hydrocarbonées, des corps gras ou des substances albuminoïdes.

La destination immédiate de l'oxygène consommé et l'origine immédiate de l'acide carbonique produit pouvant être déterminées avec certitude, d'après la valeur du quotient respiratoire et les quantités d'azote urinaire excrété et de chaleur éliminée.

De l'ensemble de ses recherches l'auteur dégage nettement le résultat suivant :

Les phénomènes chimiques de dédoublement purement anaérobie ne prennent qu'une part insignifiante et par conséquent négligeable dans la manifestation de l'énergie mise en jeu par les divers travaux physiologiques ; *cette énergie est évidemment empruntée pour ainsi dire en totalité aux processus d'oxydation.*

Ce résultat, conforme à ceux obtenus par M. A. Chauveau dans des expériences d'un autre ordre et à la doctrine qu'il en a déduite, sur le rôle énergétique des combustions intra-organiques, est démontré dans les expériences de l'auteur par les deux faits fondamentaux suivants :

1° Si l'on tient compte de la destination et du mode d'utilisation de l'oxygène, en s'inspirant des données théoriques de M. A. Chauveau, on constate que, dans tous les cas, il existe un parallélisme parfait entre la production de chaleur et l'absorption ou la consommation d'oxygène.

2° Le dédoublement purement anaérobie de l'albumine, tel que l'admet M. A. Gautier, est sensiblement neutre au point de vue thermique. Donc ce mode de dédoublement ne peut pas contribuer notablement à la mise en jeu de l'énergie d'où procèdent les travaux physiologiques de l'organisme animal.

Cette conclusion s'accorde parfaitement avec celle que M. Laulanié a tirée de ses expériences propres.

Elle repose sur des expériences nombreuses, fort bien instituées et non moins bien exécutées. Il y a certainement à reprendre dans cet excellent travail de M. Kaufmann au sujet de l'utilisation attribuée à l'oxygène absorbé dans les diverses conditions physiologiques étudiées par l'auteur. Mais ceci n'enlève rien à la valeur de sa conclusion essentielle qui n'aurait nullement à souffrir de l'introduction d'éléments nouveaux dans une discussion consacrée à l'interprétation des faits expérimentaux si nettement mis en lumière par M. **Kaufmann**.

PRIX MARTIN DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Marey, Potain, d'Arsonval ; A. Chauveau, rapporteur.)

Le prix est décerné par la Commission à M. **L. Guinard**, pour l'ensemble de ses travaux sur les points suivants :

1° Étude physiologique de quelques-uns des alcaloïdes de l'opium ;

2° Recherches expérimentales sur certains accidents de l'anesthésie ;

3° Résistance de la peau saine à la pénétration des médicaments et des poisons.

A. L'apocodéine est un des alcaloïdes de l'opium qui ont fait l'objet des recherches expérimentales de M. L. Guinard. Dans un Mémoire très documenté, où se trouvent exposées avec le plus grand soin les modifications organiques et fonctionnelles produites par l'apocodéine dans l'économie animale l'auteur démontre que cet alcaloïde, contrairement à ce qui était admis, *n'est pas un vomitif*, mais qu'il exerce sur le système nerveux des actions qui en font un calmant précieux, supérieur à la codéine.

B. C'est la morphine qui a été surtout étudiée par M. L. Guinard. Il a publié sur ce sujet six Notes ou Mémoires.

Il complète les notions déjà acquises et surtout en apporte de nouvelles sur la résistance de certaines espèces animales à l'action hypnotisante de

la morphine. Les recherches très précises de M. L. Guinard établissent définitivement que, pour le cheval, le bœuf, le chat, le mouton, le porc, la chèvre, *la morphine n'est pas un hypnotique*. Chez ce dernier animal, la morphine joue plutôt le rôle d'un excitant énergique. Il en peut absorber, du reste, des doses énormes sans en être incommodé et présente ainsi *une résistance vraiment exceptionnelle à l'intoxication morphinique*.

Les autres points étudiés par l'auteur sont relatifs à l'action excito-sécrétoire, aux influences nauséeuses et aux vomissements qui suivent l'administration de la morphine. Les expériences de M. L. Guinard rattachent définitivement *ces divers effets à des actions nerveuses centrales directes*.

M. L. Guinard s'est occupé aussi des effets cardio-vasculaires de la morphine. C'est lui qui, pour la première fois, les a étudiés sur les espèces animales rebelles à l'action narcotisante de la morphine. *L'action toni-cardiaque générale de ce médicament est démontrée* par les résultats des expériences faites sur les sujets appartenant à ces espèces, aussi bien que sur ceux que la morphine endort. Mais une *différence fondamentale* sépare, au point de vue circulatoire, les espèces narcotisables de celles qui ne le sont pas : avec les premières on enregistre toujours l'*hypotension artérielle;* avec les secondes, c'est l'*hypertension* qui domine en atteignant parfois une valeur très élevée. Il n'y a pas à douter de l'exactitude de ces résultats, qui ont été obtenus à l'aide des explorateurs graphiques perfectionnés que M. L. Guinard avait à sa disposition pour l'étude du cœur, du pouls, de la pression et de la vitesse du sang dans les artères.

C. Les travaux qui viennent d'être analysés sommairement suffisent à justifier amplement le jugement de la Commission. Aussi, en ce qui concerne les autres travaux présentés par M. L. Guinard, nous nous bornerons à de très brèves indications :

1° Aux faits cliniques connus démontrant qu'il est dangereux de soumettre à l'anesthésie générale des sujets porteurs de lésions graves des viscères abdominaux, quand ces sujets sont fortement déprimés et plus ou moins en état de collapsus, M. L. Guinard ajoute des faits expérimentaux confirmatif de cette notion et propres à donner la théorie des accidents. Il démontre, en effet, que toute irritation de l'intestin peut devenir dangereuse, en provoquant l'*arrêt réflexe* de la respiration.

2° M. L. **Guinard** a apporté une bonne contribution à l'étude de la résistance de la peau saine à la pénétration des médicaments et des poisons. Cette étude consiste dans des recherches de laboratoire très consciencieuses qui l'ont induit à proposer de laisser de côté ce que l'on persiste à

appeler *l'absorption cutanée*. Il pense qu'on doit s'intéresser seulement à « *la résistance de la peau saine à la pénétration des médicaments et des poisons et aux circonstances dans lesquelles cette résistance peut être diminuée ou vaincue* ».

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier; Marey, rapporteur.)

MM. **Courtade** et **Guyon** ont adressé à l'Académie un travail qu'ils ont fait en commun sur l'innervation de la vessie et de l'intestin. Le fait extrêmement important qui se dégage de leurs expériences, c'est que, dans la vessie comme dans l'intestin, les fibres circulaires sont animées par le système nerveux grand sympathique, les fibres longitudinales par des branches d'origine spinale. Pour arriver à cette détermination, il fallait, d'une part, faire des recherches anatomiques très délicates sur la détermination des deux sortes de nerfs et, d'autre part, créer pour les expériences physiologiques un dispositif capable de déceler séparément les contractions des deux ordres de fibres musculaires. MM. **Courtade** et **Guyon** ont fort habilement surmonté toutes ces difficultés; les courbes par lesquelles ils traduisent les diverses réactions de la vessie et de l'intestin sous l'influence de l'excitation des deux sortes de nerfs sont nettement démonstratives.

C'est pourquoi la Commission a décerné à ces auteurs le prix Philipeaux de Physiologie expérimentale.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bonnier, Guignard, Chatin; Bornet, rapporteur.)

La distribution des végétaux à la surface de la Terre est connue dans ses grands traits et il ne semble pas que la Géographie botanique appliquée à la

totalité du globe soit susceptible de faire des progrès beaucoup plus considérables, en raison des données insuffisamment précises dont les naturalistes doivent se contenter trop souvent. Aussi, le moment paraît-il venu d'étudier de préférence des régions relativement restreintes, dont la constitution physique, le climat et la flore soient connus d'une manière plus complète et qui puissent être visitées par un même observateur. Des monographies régionales dont tous les détails seraient vérifiés, toutes les singularités discutées, conduiraient plus sûrement que les études d'un vaste ensemble à la détermination des causes qui occasionnent la répartition des espèces actuelles. C'est dans cette pensée que l'Académie a proposé, comme sujet de concours pour le prix Gay à décerner en 1897, la question suivante :

Étudier la région méditerranéenne française au point de vue de la distribution géographique des végétaux. Examiner les relations qui existent entre la flore, le climat, la topographie et la géologie, l'influence directe et indirecte de l'homme sur la constitution de cette flore. Étudier l'origine variée des végétaux qui peuplent la région, leur migration, leurs adaptations.

En réponse à cette question l'Académie a reçu de M. Charles Flahault, professeur à l'Université de Montpellier, un Mémoire manuscrit de 190 pages, accompagné de plusieurs Cartes coloriées illustrant quelques-unes des parties les plus intéressantes de la région. Nul n'était mieux préparé à traiter un tel sujet. Dès le début de sa carrière scientifique, il s'est attaché aux études de Géographie botanique. Il a visité une partie de la Scandinavie, de l'Algérie, s'est familiarisé avec la flore de France et, depuis seize ans, il poursuit l'exploration méthodique du Roussillon, du Languedoc et de la Provence. Déjà huit feuilles d'une Carte botanique et forestière de la France au 200000e, teintées à la main, sont achevées. Une des plus difficiles, celle de Perpignan, est publiée. Et quoique sur son territoire accidenté, comprenant des plaines chaudes et des montagnes élevées, les variations de la végétation soient considérables sur de faibles étendues, la représentation de cette distribution compliquée est parfaitement claire. Les encouragements de l'Académie hâteront sans doute la publication des Cartes suivantes.

Quiconque, venant du nord de la France, parcourt les départements qui bordent la Méditerranée n'a pu manquer d'être frappé de l'aspect tout différent de la végétation. Partout il voit des Chênes à feuilles persistantes,

des Pins, une foule d'arbustes toujours verts dont plusieurs appartiennent à des familles non représentées dans la région tempérée ou qui ne le sont que par des espèces herbacées. Les plantes aromatiques et les plantes annuelles abondent. Quelques centaines d'espèces, répandues à profusion, donnent au pays cette physionomie particulière. Sous leur forme actuelle, les Flores ne mettent pas suffisamment ce caractère en relief. Elles énumèrent l'une après l'autre, à peine signalées à l'attention par les signes conventionnels indiquant leur degré de fréquence, et les espèces caractéristiques, et la masse bien plus considérable formée par les plantes ubiquistes, les plantes communes dans d'autres régions, ou qui sont localisées dans des stations limitées, telles que le bord des cours d'eau, les terrains salés, les cultures, ou même qui sont insignifiantes, comme les plantes adventices, et qui ne jouent, malgré leur nombre, qu'un rôle tout à fait subordonné dans le facies de la végétation spontanée du bassin français de la Méditerranée. Dans le Travail synthétique qu'il envoie à l'Académie, M. Flahault élimine toutes ces espèces, dont la plupart appartiennent à des circonscriptions florales plus étendues que celle dont il trace le tableau. Sur les 4000 espèces signalées dans les limites de sa flore, il en conserve seulement un millier, si bien appropriées aux conditions physico-chimiques de la région qu'elles y acquièrent leur maximum de développement, ne montrent pas ailleurs la même force d'expansion et méritent seules la qualification de *plantes méditerranéennes*.

Si uniformes que puissent être les conditions générales auxquelles est soumise la végétation d'une contrée, elles ne laissent pas de présenter des modifications secondaires, à chacune desquelles certaines espèces sont plus particulièrement adaptées. De là résultent des groupements d'espèces, des *associations*, dont il suffit de connaître quelques éléments pour que l'idée de l'ensemble se dégage avec netteté. Une des espèces, le plus souvent un arbre, sert à désigner l'association; mais celle-ci subsiste et n'est pas moins caractéristique lorsque la plante par laquelle on la désigne n'y est pas représentée, comme il arrive dans quelques circonstances. Grâce à cette notion de l'association, il est souvent possible de reconstituer la végétation primitive d'un pays dont les éléments les plus apparents ont disparu et telle que, parfois, on la retrouve, intacte, dans quelque coin abrité où elle n'a pas été troublée depuis longtemps.

Ces points établis, M. Flahault précise les limites de la région méditerranéenne française. Comprise entre la bande littorale des terrains salés et les crêtes montagneuses dont les eaux s'écoulent vers la Méditerranée,

elle n'atteint nulle part la limite supérieure des vallées. Son climat est caractérisé par des étés chauds et secs de longue durée, par des hivers courts et tempérés. Les pluies sont abondantes à l'automne et au printemps, peu fréquentes en hiver, rares durant l'été. La température moyenne est de 13° à 15° C. La flore correspondant rigoureusement au climat, elle cesse d'être méditerranéenne dès que le climat cesse d'être méditerranéen. Si, par exemple, elle n'atteint pas les limites orographiques du bassin, c'est que la température moyenne s'abaisse au-dessous de 13°, les autres conditions restant les mêmes.

Il est classique de citer l'Olivier comme caractéristique de la flore méditerranéenne française. L'auteur, qui a donné une bonne Carte de la distribution de cet arbre en France, adresse au choix qu'on en a fait une double critique. L'Olivier est d'origine étrangère; il est cultivé et limité, par conséquent, aux lieux assez fertiles pour qu'il fournisse un produit. Le Chène vert lui paraît de beaucoup préférable. On le rencontre dans tous les sols, à toute hauteur, associé à des végétaux qui ne manquent jamais là où règne le climat méditerranéen. Sans doute il croît et prospère en dehors de la région méditerranéenne, mais, dès qu'il en sort, il cesse d'être accompagné des plantes qui vivent avec lui dans cette région.

M. Flahault passe ensuite en revue les essences forestières, peu nombreuses, de la région en indiquant, pour chacune d'elles, les conditions dans lesquelles elles se plaisent le mieux et les espèces qui leur sont associées. Il décrit les conditions physico-chimiques dont le concours détermine la répartition des associations; il ne saurait préciser la part de chacune d'elles, parce qu'on ne possède pas de données météorologiques utilisables. Un Chapitre est consacré à l'étude des zones de distribution suivant l'altitude, à l'examen des stations diverses, des adaptations variées que la sécheresse prolongée du climat a provoquées chez les végétaux de la région, à l'influence que l'homme a exercée sur la constitution de la flore. Un autre Chapitre enfin montre que la région méditerranéenne française se subdivise en trois secteurs.

Si l'on considère, en effet, la répartition des espèces propres à la zone inférieure, la plus chaude, on remarque des différences notables entre la partie centrale, qui s'étend du cours de l'Aude au golfe de Marseille, et les extrémités orientale et occidentale. Le secteur moyen est le moins riche en espèces méditerranéennes: 85 espèces du secteur oriental, 51 du secteur occidental n'y pénètrent pas. On constate d'autre part que, sur 254 espèces qui ne sortent pas de la zone inférieure, 103 seulement sont communes à la

Provence et au Roussillon, tandis que 151 sont partagées entre ces deux provinces et que, dans les deux cas, la plupart des espèces ont des affinités étroites d'un côté avec les espèces italiennes, de l'autre avec les espèces espagnoles.

Cet aperçu, quoique déjà long, ne donne qu'une idée bien imparfaite de l'abondance de faits intéressants, souvent de grande importance au point de vue de la Sylviculture et de l'Agronomie, que renferme le Mémoire de M. Flahault. L'auteur a su renouveler un sujet déjà souvent traité en y introduisant, avec un esprit de sage critique, une précision dans les moindres détails que l'étude prolongée et minutieuse de la nature permettait seule d'atteindre.

La Commission est unanime à décerner le prix Gay à M. **Charles Flahault** pour son remarquable Travail.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Troost, Schlœsing, Moissan ;
Arm. Gautier président, rapporteur.)

La Commission du prix Montyon (Arts insalubres) a décidé de ne pas accorder de prix cette année, les Mémoires et Ouvrages envoyés ne remplissant pas entièrement, quel que soit leur réel mérite, les conditions du prix à décerner.

M. F. **Mascre** emploie fort utilement les loisirs que lui crée sa position d'inspecteur honoraire d'Académie à étudier et définir les caractères des bons vins naturels. L'Ouvrage qu'il envoie au Concours a pour titre : *Recherches sur les bons vins naturels, leurs qualités hygiéniques et leurs falsifications.*

Ce Livre a pour but de préciser, d'après les recherches et observations de l'auteur, aussi bien qu'en se basant sur les données fournies par les

hygiénistes, chimistes et connaisseurs les plus autorisés, les caractères des bons vins, les limites dans lesquelles ils oscillent et les méthodes qui permettent de reconnaître et de classer les vins en *vins naturels* bons et hygiéniques, vins médiocres ou mauvais, et *vins artificiels* ou *falsifiés*. Les caractères qui définissent les bons vins naturels sont, d'après l'auteur, le rapport [1] $\frac{alcool}{acide} \begin{smallmatrix} < 14 \\ > 11 \end{smallmatrix}$; le rapport $\frac{alcool}{extrait} \begin{smallmatrix} > 3 \\ < 4,5 \end{smallmatrix}$ pour les vins rouges et < 6 pour les blancs; la règle [2] *somme alcool + acide* $\begin{smallmatrix} > 13 \\ < 17 \end{smallmatrix}$; le rapport $\frac{cendres}{extrait} \begin{smallmatrix} > 0,08 \\ < 0,10 \end{smallmatrix}$ avec ses deux corollaires $\frac{cendres\ solubles}{cendres\ totales} \begin{smallmatrix} > 0,2 \\ < 0,3 \end{smallmatrix}$ et $\frac{cendres\ insolubles}{cendres\ totales} \begin{smallmatrix} > 0,3 \\ < 0,5 \end{smallmatrix}$. Tous les vins bien équilibrés, dit l'auteur, outre leur goût de choix, leur parfum et leur résistance aux maladies, présentent l'ensemble des caractères ci-dessus.

M. Masure donne aussi dans son Traité une méthode personnelle, ingénieuse et rapide pour doser les acides œnoliques des vins rouges, distinguant avec raison cette acidité très particulière, qui tient aux tannins colorants et toniques, de l'acidité générale due aux acides incolores appartenant à d'autres familles chimiques et doués d'autres propriétés physiologiques.

On trouve enfin dans cet Ouvrage de bonnes règles générales pour guider l'expert ou l'acheteur dans le jugement qu'il doit porter sur chaque vin, aux divers points de vue de son état naturel ou falsifié, de son alcoolisation, de son mouillage, etc.

C'est un livre utile et consciencieux; mais il convient de dire que les résultats personnels sur lesquels s'appuie l'auteur sont en petit nombre, et que quelques imperfections de détail se sont glissées dans cet Ouvrage.

M. le Dr F. **Arnaud**, professeur à l'École de Médecine de Marseille, médecin de la Manufacture d'allumettes de cette ville, envoie pour le même Concours un Ouvrage ayant pour titre : *Études sur le phosphore et le phosphorisme professionnel*. Nous ne saurions faire un éloge trop complet de ce Travail qui a demandé à son auteur onze années d'observations cliniques et de recherches de laboratoire. M. le Dr Arnaud étudie successivement dans cet Ouvrage l'action exercée par le phosphore sur la nutrition, sur les reins, sur le système nerveux, le cœur, le foie, les organes des sens et

(1) Rapports toujours pris en poids.

(2) *Alcool* en degrés centésimaux ; *acide* en poids d'acide sulfurique équivalent.

de la génération. Il y fait l'urologie complète des ouvriers des Manufactures d'allumettes à phosphore blanc. Il démontre chez eux la fréquence des albuminuries, l'élimination par les urines et par la peau des composés volatils du phosphore et du phosphore lui-même, l'augmentation sensible de l'urée excrétée, et, au contraire, la normalité de l'acide phosphorique urinaire. Le tableau complet de la Pathologie du phosphorisme et de la Pathogénie de cette affection, enfin l'hygiène prophylactique de la profession d'allumettier complètent le Volume.

Cet Ouvrage important, précis, très précieux par ses données expérimentales et cliniques nombreuses, eût dû être envoyé, pensons-nous, à la Section de Médecine pour le prix Montyon qu'elle décerne. Nous regrettons beaucoup qu'il ne réponde pas entièrement aux conditions du prix Montyon (Arts insalubres), son auteur ayant étudié particulièrement les caractères pathologiques du phosphorisme plutôt que donné des moyens nouveaux d'y remédier.

Enfin, M. le Dr Magitot avait envoyé à l'Académie, avant sa mort, huit brochures relatives aussi aux intoxications phosphorées. Elles ont pour titres : *Des moyens d'assainir les ateliers où se manipule le phosphore. — Pathogénie et prophylaxie de la nécrose phosphorée. — Pathogénie des accidents industriels du phosphore et de la nécrose phosphorée. — La fabrication des allumettes et les accidents phosphorés. — Les accidents industriels du phosphore et le phosphorisme. — Le phosphorisme, pathogénie et prophylaxie. — De l'assainissement de l'industrie des allumettes. — La fabrication des allumettes.* Quel que soit le mérite du savant auteur de ces Mémoires et la valeur de ses recherches personnelles sur le phosphorisme, et plus particulièrement sur la nécrose phosphorée, nous ne saurions accepter ses conclusions, à savoir que, pour l'assainissement de l'industrie de la fabrication des allumettes, on peut, sans inconvénients, tolérer et même conseiller l'emploi du phosphore blanc, pourvu qu'on oppose à l'empoisonnement chronique, qui résulte du maniement en grand de ce dangereux toxique, la sélection et le roulement des ouvriers, les soins de la bouche et la ventilation des ateliers. Ce sont là des moyens excellents, en effet ; mais, avec l'Académie de Médecine, nous considérons cette solution comme insuffisante.

Votre Commission vous propose d'accorder, sous forme de mention, trois récompenses aux travaux consciencieux et importants, à divers degrés, que je viens d'analyser :

Une *mention* à M. Masure pour ses *Recherches sur les bons vins naturels ;*

deux mentions à M. le D[r] **Arnaud** pour ses *Études sur le phosphore et le phosphorisme*, et à M. le D[r] **Magitot** pour la suite de ses publications sur le même sujet.

PRIX CUVIER.

(Commissaires: MM. Milne-Edwards, Fouqué, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Marcel Bertrand; Albert Gaudry, rapporteur.)

L'Académie en 1891 a donné le prix Cuvier à l'œuvre collective du *Geological Survey* des États-Unis. Notre regretté Confrère, M. Daubrée, a fait alors ressortir les mérites de cette institution qui atteste à la fois la munificence du Gouvernement pour la Science et la force d'énergie des savants américains. Aujourd'hui nous vous proposons d'attribuer le prix Cuvier à l'un des paléontologistes des États-Unis, le professeur **Marsh**. A côté des travaux qui ont été faits sur les plantes des âges passés par Lesquereux, Fontaine, Lester Ward, sur les Invertébrés fossiles par Billings, Hall, Bigsby, Meek, Worthen, Whitfield, Hyatt, Walcott, Beecher, Wachsmuth, Springer et bien d'autres, de vastes recherches ont été entreprises sur les Vertébrés du monde ancien. Depuis le jour où les mémorables explorations d'Hayden dans les Montagnes Rocheuses ont fourni à Leidy les matériaux de ses grands Ouvrages, chaque semaine a vu surgir de nouvelles publications de Newberry, Marsh, Cope, Osborn, Scott, Wortmann, Earle, Hatcher, Matthew. Cope vient de mourir, laissant des Ouvrages qui attestent la fécondité de son esprit et son ingéniosité. Le professeur Marsh reste le seul chef incontesté de la pléiade d'hommes distingués qui s'occupe des Vertébrés fossiles.

Parmi tant d'Universités puissantes des États-Unis dont vous entretenait dernièrement notre Confrère M. Moissan, celle d'Yale College, à New Haven, est assurément une des plus intéressantes. Dans un parc charmant, au milieu de pelouses et de beaux arbres, s'élève le musée de Paléontologie du professeur Marsh. Aucun musée du monde ne présente un plus étonnant assemblage de fossiles; on a peine à concevoir qu'un seul homme les ait réunis. Il faut dire qu'il a consacré à leur recherche une grande fortune, qu'il n'a reculé ni devant les fatigues, ni devant les dangers dans ses nombreux voyages à travers les Montagnes Rocheuses. Des publications magnifiques, généreusement distribuées, permettent aux savants de tous les pays d'admirer son œuvre.

M. Marsh s'est beaucoup occupé de l'histoire des Reptiles secondaires

et particulièrement des Dinosauriens. Ces animaux sont difficiles à étudier parce qu'ils s'éloignent de tous les êtres actuels. Rien de si différent de nos jours que l'oiseau qui vole et le reptile qui rampe; les Dinosauriens ont diminué cet hiatus. Par leur diversité et leurs dimensions, ils ont joué sur les continents secondaires le rôle que les Mammifères jouent à partir des âges tertiaires; mais ils les surpassaient en grandeur; on croit rêver quand on voit les débris de ces animaux dans le musée d'Yale College et qu'on se les représente à l'état vivant. M. Marsh a montré au Rapporteur de votre Commission le *Brontosaurus* qui avait 15^{m} de long, l'*Atlantosaurus* encore plus gigantesque, le *Stegosaurus* dont le dos portait des plaques si étranges qu'il faut les voir pour y croire. Ces énormes bêtes du Jurassique avaient un cerveau exigu; un des plus importants résultats des recherches de M. Marsh a été de montrer que les animaux avaient eu au début de très petits cerveaux; ce devait être des créatures peu intelligentes, peu séduisantes. Le *Triceratops* de la Craie n'a pas été moins extraordinaire que ses prédécesseurs du Jurassique; comme son nom l'indique, il avait trois protubérances : une sur le nez, deux au-dessus des yeux; le derrière de la tête formait un vaste capuchon bordé d'épines. Tout récemment M. Marsh a donné un Tableau où il a fait des essais de restauration de douze types de Dinosauriens pour prouver combien ils étaient variés. Grâce surtout à ses recherches, on sait qu'il y avait deux groupes principaux de Dinosauriens : celui des Sauropodes, quadrupèdes s'appuyant sur leurs quatre pattes; celui des Ornithopodes, sorte de bipèdes s'appuyant, comme les oiseaux, sur leurs pattes de derrière. M. Marsh vient de signaler un Dinosaurien, l'*Ornithomimus*, dont les pattes de derrière ont une extrême ressemblance avec celles des oiseaux.

Le même paléontologiste a découvert d'énormes reptiles volants qui étaient dépourvus de dents; pour cette raison il les a nommés *Pteranodon* : leur omoplate était fixée à la colonne vertébrale, comme l'iliaque est fixé au sacrum : il y a là un curieux accord entre l'analogie et l'homologie.

C'est à M. Marsh que l'on doit la connaissance d'oiseaux crétacés munis de dents; il les a trouvés dans les mêmes terrains du Kansas qui lui avaient fourni les reptiles volants privés de dents. On a ici une preuve qu'il ne faut pas toujours, en Paléontologie, se baser sur les analogies avec la nature actuelle; car, rencontrant ensemble des mâchoires avec des dents et des mâchoires sans dents, on pourrait, d'après ce que montrent les animaux vivants, supposer que les premières proviennent de reptiles, et les autres proviennent d'oiseaux : c'est le contraire de la réalité. M. Marsh a publié

un grand Ouvrage sur les oiseaux munis de dents qu'il a appelés les *Odontornithes*. Il y a donné les restaurations de deux types très différents : celui des *Hesperornis*, qui n'ont pas encore acquis des ailes, quoique leur évolution à d'autres égards soit très avancée ; le type des *Ichthyornis* à ailes très développées, où se sont conservés des caractères archaïques, par exemple des dents qui, au lieu d'être fixées dans des alvéoles comme chez les *Hesperornis*, étaient simplement engagées dans une rainure, et des vertèbres qui avaient encore des corps biconcaves. Ces contrastes, joints à ceux que présente l'*Archæoptoryx* du Jurassique d'Europe, montrent que l'évolution des différents organes ne s'est pas produite d'une manière simultanée.

M. Marsh a fait aussi des travaux originaux sur les Mammifères fossiles. Il a recueilli, dans le Jurassique des États-Unis, de petits Mammifères si voisins de ceux de l'Angleterre qu'il faut supposer soit une communication entre les continents d'Europe et d'Amérique, soit une grande conformité dans l'évolution des êtres de ces régions éloignées. Le professeur d'Yale College a fait paraître un Livre somptueusement édité, intitulé : *Les Dinocerata*. Ces fossiles de l'époque éocène étaient d'énormes bêtes à pattes massives, dont la tête portait des protubérances sur le nez, au-dessus des yeux et derrière les tempes. Il devait avoir un aspect étrange ce pays entre les Montagnes Rocheuses et le grand lac Salé, où domine aujourd'hui Fort Bridger; il y avait là un lac élevé, sur les bords duquel se promenaient les *Uintatherium*, en compagnie des *Hyrachyus* et des *Palæosyops*. Malgré sa grosse tête, le *Dinoceras* avait un très petit cerveau : il était sans doute moins stupide que ses prédécesseurs les Dinosauriens, mais plus stupide que ses successeurs.

Les quadrupèdes de l'Oligocène ont été, aussi bien que ceux de l'Éocène, l'objet des recherches de M. Marsh ; les dépôts de White River lui ont fourni des fossiles justement célèbres. On ne voit pas sans stupéfaction, dans le musée d'Yale College, une salle entière remplie des têtes du *Titanotherium* (ou *Brontotherium*), plus énormes encore que celles des Dinocératidés et presque aussi bizarres. Évidemment, des publications faites avec de si abondants matériaux donnent des garanties d'exactitude. M. Marsh a décrit, outre le *Titanotherium*, de nombreux quadrupèdes, notamment le singulier *Protoceras* qui, avec des pattes et des dents de Ruminants, avait une tête armée de protubérances comme les Pachydermes.

Il est impossible de rappeler ici toutes les créatures que le marteau de M. Marsh a tirées des rochers et que son génie a restaurées. Les découvertes

qui se font en ce moment, soit aux États-Unis, soit en Patagonie, ouvrent devant les paléontologistes des horizons immenses. Nous croyons honorer la mémoire de Cuvier en attribuant le prix qui porte son nom au professeur **Marsh**, un des plus habiles continuateurs de la Science dont il a jeté les fondements.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Berthelot, Faye, Sarrau, Cornu ;
J. Bertrand, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Frémont**.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Berthelot, Hermite, Darboux, Mascart;
J. Bertrand, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Paul Serret**.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Picard, Jordan ;
Poincaré, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose de decerner ce prix à feu **Tisserand** pour l'ensemble de ses travaux et en particulier pour son *Traité de Mécanique céleste*.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES NATURELLES).

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Blanchard, Van Tieghem, Chatin, Bornet ; Fouqué, rapporteur.)

M. **Gosselet** est l'un des doyens de la Géologie française. Ses premiers travaux remontent au milieu du siècle qui va finir, et pourtant nous avons

la satisfaction de le voir encore souvent parmi vous, occupant le fauteuil de Correspondant que l'Académie lui a octroyé en 1885. Son activité et son ardeur scientifique sont les mêmes qu'aux jours de sa jeunesse, et les travaux de ces dernières années ne le cèdent en rien par le nombre et l'importance à ceux des plus belles années de sa vie. Il a débuté sous les auspices et sous la direction de Constant Prévost. A cette époque, la Géologie était l'objet de luttes ardentes; les savants qui la représentaient, partant de points de vue opposés, opérant suivant des méthodes absolument différentes, s'étaient divisés en deux camps bien tranchés dont l'un avait pour chef Élie de Beaumont, tandis que l'autre était dirigé par Lyell, en Angleterre, et par Constant Prévost, en France. M. Gosselet, témoin journalier des batailles scientifiques engagées, était bien vite arrivé à cette conclusion pratique que les théories en présence, précieuses comme stimulants scientifiques, devaient céder le pas aux observations minutieuses et précises. De là le cachet spécial qui marque toutes ses œuvres. Quel que soit le sujet qu'il traite, on le voit toujours partir d'observations de détail et ne s'élever aux conceptions d'ensemble qu'appuyé sur un faisceau solide de recherches positives. Ses travaux embrassent tout l'ensemble de la Géologie stratigraphique, depuis l'étude des terrains cristallins jusqu'à celle du terrain quaternaire; mais il s'est livré avec une sorte de prédilection à l'examen difficile de la série paléozoïque. Appelé en 1856 à la chaire de Géologie et Minéralogie de la Faculté des Sciences de Lille, il y a professé avec distinction ces deux sciences et créé dans sa ville d'adoption un centre d'études vivant et fertile. Il a été le fondateur principal de la Société géologique du Nord, société rivale et amie des sociétés similaires de Belgique. Son action scientifique bienfaisante et la sûreté de son enseignement lui ont assuré parmi les Belges une autorité incontestée. Personne ne connaît mieux que lui la région septentrionale de la France et les contrées qui l'avoisinent; aussi voit-on incessamment les agriculteurs et les industriels de ces pays recourir à ses lumières toutes les fois qu'une question surgit touchant à la constitution du sol. Dans une contrée qui repose en grande partie sur une succession de bancs de houille, un professeur de Géologie compétent comme M. Gosselet est considéré comme un voyant dont l'œil perspicace discerne tous les mystères de la substruction terrestre.

Il serait trop long d'énumérer, même en les groupant, les nombreux Mémoires qu'il a publiés; un seul de ses Ouvrages suffirait à sa gloire, c'est celui qu'il nous a donné sous ce titre: *l'Ardenne,* et qu'il a inséré dans

les *Mémoires* de la Carte géologique détaillée de la France. Cette étude consciencieuse d'une vaste et intéressante région est un modèle hautement apprécié de tous les géologues.

En raison de tous les mérites de M. **Gosselet** et comme couronnement de sa vaillante carrière, nous proposons à l'Académie de lui accorder le prix Petit d'Ormoy.

PRIX TCHIATCHEFF.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou ; Marcel Bertrand, rapporteur.)

Depuis 1871, l'Asie centrale a été parcourue dans tous les sens par les explorateurs russes. Une direction d'ensemble, celle de la Société de Géographie de Saint-Pétersbourg, a assuré la convergence des efforts; la zone désertique a été traversée suivant plus de vingt lignes différentes, et le tracé des itinéraires couvre d'un réseau serré les hautes chaînes de bordure. Des botanistes, des naturalistes, des géologues ont pris part à ces glorieuses et pénibles excursions; parmi eux la Commission n'avait qu'à choisir : en s'arrêtant au nom de M. **Obrutschew**, elle désire en même temps rendre hommage à tous ceux dont les travaux ont préparé ou complété son œuvre.

M. Obrutschew, déjà connu par ses voyages dans la Transcaspienne et dans la Sibérie orientale, est parti de Kiachta (au sud d'Irkoutsk), le 27 septembre 1892. Il s'est rendu d'abord à Pékin, puis, à travers la Chine septentrionale, au pied du Nan-schan, le puissant massif qui se dresse en avant du Kuen-lun central. Prschewalski, MM. Potanin et Grum-Grjimailo en avaient déjà étudié la moitié orientale; M. Obrutschew l'a traversé à l'ouest et a reconnu huit chaînons principaux, s'élevant au-dessus de la limite des neiges éternelles (5500^{m}). Parvenu par un long détour au lac Kuku-nor, il franchit de nouveau la chaîne, s'enfonce au nord dans le désert, qu'il suit dans le sens de sa longueur sur 500^{km}; puis il revient au sud par le Golbyn-Gobi et l'Ordos, et visite le bassin du Yang-tse-kiang. Une dernière excursion dans le Nan-schan le ramène au bord du désert, qu'il traverse encore une fois en se dirigeant vers l'extrémité orientale du Tian-schan; il explore la curieuse dépression qui, près de Tokoun, entre les dernières ramifications des montagnes Célestes, descend à 70^{m} au-dessous du niveau de la mer; il en suit la prolongation vers l'est, en reconnaît la signification

géologique et revient enfin vers le lac Balkhach, après avoir, en deux ans, parcouru environ 15000^{km}.

Aucune partie de ce vaste itinéraire n'a été perdue pour la Géologie : dans la Chine centrale, M. Obrutschew a relié les observations fondamentales de MM. de Richthofen et Loczy; dans le Nan-schan il a établi l'existence de deux séries discordantes : l'une formée de gneiss et de schistes métamorphiques, l'autre de terrains paléozoïques, concordants depuis le Silurien fossilifère jusqu'aux grès qui couronnent le houiller marin, avec houille et fusulines. Mais ce sont surtout les formations et les phénomènes actuels des steppes désertiques que M. Obrutschew a étudiés avec prédilection; ses observations permettent d'esquisser l'histoire récente de l'Asie centrale.

Dans la première période des temps tertiaires, la mer, entrant sans doute par l'emplacement de la vallée du fleuve Jaune, a envahi les hauts plateaux actuels et pénétré jusque dans le Turkestan, déposant sur son fond nivelé les couches rouges et grossièrement détritiques qui couvrent une partie de la Mongolie. Il faut ajouter pourtant que, pour ces couches, comme pour l'Aquitanien de Constantine et des bords du Sahara oranais, on pourrait admettre une origine lacustre; les fossiles font défaut, et l'existence encore problématique de Phoques dans le Kuku-nor ne peut être acceptée comme une preuve de l'ancienne extension marine.

Lacustres ou marins, ces dépôts ont été suivis de mouvements d'une grande amplitude qui les ont portés, par places, jusqu'au-dessus de la limite des neiges éternelles; ce sont ces mouvements qui ont produit ou accentué la dépression de Tokoun; ce sont eux qui expliqueraient la contradiction apparente entre la grande hauteur et l'ancienneté des chaînes.

Puis le climat désertique a pris possession de la région; les agents atmosphériques ont commencé leur œuvre là où le rôle du vent est prédominant. Contrairement à ce qu'on croyait, le résultat de ces actions n'est pas la formation du lœss dans les bassins fermés. Le vent transporte en épais tourbillons tous les débris de roches émiettées par la gelée; mais, s'il les laisse retomber dans le désert, ce n'est pas en accumulations permanentes. Ces poussières ne s'arrêtent définitivement que sur les bords du désert, là où les vents perdent leur violence; là seulement commence le dépôt de lœss, qui va s'épaississant dans les grandes vallées de la Chine, et il n'y a pas lieu, pour expliquer ce remplissage, de supposer, comme on le faisait, que ces vallées et les plaines voisines aient été autrefois des bassins fermés et désertiques.

Ce court exposé montre que, par ses remarquables explorations, M. **Obrutschew** a beaucoup augmenté nos connaissances sur l'Asie centrale et qu'il les a modifiées sur des points importants. Votre Commission propose de lui décerner le prix Tchiatcheff.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle; Cornu, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **André Blondel**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dont les travaux se distinguent par la variété, l'étendue et la précision des connaissances mises en œuvre pour l'étude des phénomènes électriques : aussi les résultats obtenus s'étendent-ils depuis les régions délicates de la théorie jusqu'au domaine des applications à l'Industrie et aux Travaux publics.

L'extension croissante de l'emploi des courants dits *alternatifs* nécessitait des études beaucoup plus difficiles que celles auxquelles avaient donné lieu les courants continus des machines dynamo-électriques. On n'a pas tardé, en effet, à reconnaître, par l'apparition de particularités imprévues, que la loi sinusoïdale de l'intensité avec le temps, admise au début comme une approximation suffisante, représentait imparfaitement l'allure de certains phénomènes et qu'il fallait analyser de plus près le développement des forces électromotrices et la marche des courants. C'est à ce genre d'études que M. Blondel s'est consacré et, grâce à une habileté expérimentale digne d'être signalée, le succès a répondu à ses efforts.

Dès 1891, M. Blondel, perfectionnant la méthode de M. Joubert, déterminait automatiquement et d'une manière continue les courbes périodiques des tensions et des courants et indiquait, pour la première fois, le moyen de les inscrire photographiquement. C'était un grand progrès, car il obtenait ainsi, en quelques secondes, ces courbes qui demandaient des heures entières d'observations discontinues et indépendantes.

La méthode photographique lui permettait en même temps d'analyser les phénomènes dont l'arc à courant alternatif est le siège; en particulier, il démontrait directement ce fait jusqu'alors discuté, à savoir qu'un courant de particules se dirige toujours du crayon positif au négatif, et parvenait même à mesurer la vitesse de ce transport.

Mais le résultat le plus important acquis dans cette étude des phéno-

mènes périodiques est la réalisation d'un type nouveau d'appareils, l'*oscillographe*, capable de transmettre à un système mécanique la loi exacte de variation des courants avec le temps, quelque complexe que puisse être cette loi.

La théorie de ces appareils (dont les applications sont nombreuses) est assez délicate ; l'empirisme seul ne pouvait pas conduire à leur construction correcte ; il fallait mettre en œuvre toutes les ressources de connaissances mathématiques et mécaniques puisées dans nos grandes Écoles, ressources qui deviennent de plus en plus indispensables à mesure que l'étude et l'utilisation des forces naturelles exigent une précision plus considérable.

C'est ce même esprit, à la fois analytique et expérimental, qui a permis à M. Blondel d'élucider un certain nombre de questions intéressant à la fois la Science et l'Industrie, telles que le couplage des alternateurs, la théorie des moteurs synchrones, l'emploi des courants polyphasés, la discussion des méthodes de mesure relative au fonctionnement ou à la puissance des machines, etc.

L'arc électrique a été, à d'autres points de vue, l'objet des études de M. Blondel. L'absence ordinaire de différence de phase entre le courant et la tension aux bornes d'un arc alternatif l'a conduit à penser, contrairement à l'opinion répandue depuis Edlund, qu'il n'existe, dans l'arc en régime permanent, aucune force électromotrice inverse analogue aux forces électromotrices de polarisation. Une méthode ingénieuse, appliquée récemment à l'arc à courant continu, semble confirmer cette conclusion et démontrer que l'arc équivaut simplement à une résistance.

Ses fonctions d'Ingénieur attaché au Service des Phares l'ont amené à étudier les propriétés photométriques de l'arc électrique. Sous l'impulsion de l'éminent Directeur des Phares, M. Bourdelles (à qui l'on doit l'invention des feux-éclairs), M. Blondel a entrepris une longue série d'expériences, qui ont conduit à d'utiles perfectionnements dans le matériel des Phares électriques français.

A ces travaux se rattachent des recherches théoriques et pratiques sur la Photométrie ; on peut les résumer en disant que M. Blondel simplifie notablement la théorie des mesures photométriques par la considération du flux lumineux et rectifie un certain nombre d'idées fausses introduites par une application erronée des règles de l'Optique géométrique. De là un système de définitions et d'unités présenté au Congrès des Électriciens de Genève en 1896. Ce système, adopté par le Congrès et, depuis, par diverses

grandes Associations industrielles, est appelé (malgré le nombre un peu critiquable de dénominations nouvelles) à rendre de véritables services dans un domaine où régnait beaucoup de vague ou de confusion.

En résumé, les travaux de M. **Blondel** répondent d'une manière complète aux intentions du fondateur, et c'est à l'unanimité que la Commission lui décerne le prix pour 1897.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Moissan, Troost, Berthelot ;
Friedel, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix Cahours par portions égales entre MM. **Lebeau**, **Hébert**, **Tassilly**, **Thomas**, qui ont, tous quatre, fait preuve de zèle dans les recherches qu'ils poursuivent et qui méritent d'être encouragés.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Lœwy, Milne-Edwards, Friedel ;
Berthelot, rapporteur.)

La Commission a décidé d'attribuer ce prix à M. **G. André**, professeur agrégé à la Faculté de Médecine, en raison de ses travaux relatifs à la Physiologie végétale et aux applications de l'Analyse chimique à l'étude de la terre et des matières agricoles.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition*

du système du monde et le *Traité des Probabilités* à M. **Crussard** (**Jules-Louis**), né le 10 juin 1876 à Neufchateau (Vosges) et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **Crussard** et **Gourguechon**, entrés les deux premiers en qualité d'Élèves-Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Bertrand** et **Bruneau**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1898, 1899, 1900 ET 1901.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1898.)

Des travaux récents ont montré l'importance que peut avoir, dans la théorie des équations différentielles et dans la théorie des fonctions, la considération de séries divergentes.

L'Académie met au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1898, la question suivante :

Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1898; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie met au concours pour le prix Bordin, à décerner en 1898, la question suivante :

Étudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1898; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Ce prix *annuel* de *mille francs*, sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

Ce *prix annuel* d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

(Questions proposées pour les années 1898 et 1899.)

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

La question suivante, mise au concours pour l'année 1897, est renvoyée au concours de 1898 :

Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1899, la question suivante :

Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

Les pieces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Ce prix, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne, découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie, et en déduire la valeur de la masse de Titan.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

L'Académie met au concours, pour l'année 1900, la question suivante :

Faire la théorie d'une des comètes périodiques dont plusieurs retours ont été observés.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs*, sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix biennal, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1898.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-

» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-* » *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour » le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront* » *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en* » *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut- » être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en » même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom- » penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour » ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde » entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils » seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de » France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1899, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 144 et 154.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix mille francs*, est destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX WILDE.

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*, qui devra être convertie en rente 3 pour 100 sur l'État français. Les arrérages de ladite rente seront consa-

crés à la fondation à perpétuité d'un prix annuel de *quatre mille francs*, qui portera le nom de *Prix Wilde*.

Ce prix sera décerné chaque année, à partir de 1898, par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'ils remontent à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1898.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 141.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1899.)

Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1899.)

Études des modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1899; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans.* Elle rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires) au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

Le prix est de *quatre mille francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1898.

La Commission du prix Vaillant propose pour l'année 1900 :

La détermination rigoureuse d'un ou de plusieurs poids atomiques,

ou

L'Étude des alliages.

PRIX DELESSE.

Mme Vve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1899.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1899.

PRIX FONTANNES.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans*, *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes en 1899.

Le prix est de *deux mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser « celui qui fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirurgicale, médicale*, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à » l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

Voir page 150.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *seize cents francs*, sera décerné « à » l'auteur, *français ou étranger*, du meilleur ou du plus utile écrit, publié » dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Crypto- » gamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1898, les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*, aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

PRIX DE LA FONS MELICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » *sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du* » *Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu

dans la séance annuelle de 1898, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir ci-dessous.)

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

Voir ci-dessus.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1898.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1900.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

Ce prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné à « celui qui » fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, » pharmaceutique, et dans la *Botanique* ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1898.

Voir page 146.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une » médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de » façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, » par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère

l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*. Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait » ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* », sera décerné en 1899 au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné tous les quatre ans au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1899, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX PARKIN.

Ce prix triennal est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix dans sa séance publique de 1897, en continuera l'attribution, pour se conformer au vœu du testateur, en l'année 1900.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1900.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Ce prix annuel sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages* » *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amé*» *lioration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1898.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1900, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX DU BARON LARREY.

Ce prix sera décerné annuellement à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Aca-

démie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Le prix est de *mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 141.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Innervation motrice de l'estomac.

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1899.)

La question mise au concours pour le prix Pourat, en 1899, est la suivante :

Des caractères spécifiques de la contraction des différents muscles.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce prix biennal, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1900.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce prix annuel de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs*, sera décerné dans la prochaine séance publique.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1898.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie

physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1898, la question suivante :

Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Méditerranée. — Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1899.)

La Commission chargée de proposer une question pour le prix Gay à décerner en 1899 a résolu de mettre au concours la suivante :

Étude des Mollusques nus de la Méditerranée; les comparer à ceux des côtes océaniques françaises.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1899.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique annuelle de 1900, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1891 jusqu'au 1er juin 1900.

Le prix est de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle* de *onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce prix *annuel* de *quatre mille francs* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce prix biennal, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné en 1898 « *au » voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de » services à la France ou à la Science* ».

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1898.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1901.

PRIX JÉROME PONTI.

Ce prix biennal, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1898.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1899.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs*, doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1898.

PRIX TCHIATCHEFF.

M. Pierre de Tchiatcheff a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchiatcheff stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux* » *naturalistes* de *toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex- » ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des » régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con- » trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi- » neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre* » *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre- » prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchiatcheff, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1898.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1898.

PRIX GASTON PLANTÉ.

Ce prix biennal sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1899.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1898.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1898.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs,* dans sa séance annuelle de 1898.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs,* sera décerné, s'il y a lieu, en 1898, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, tous les cinq ans, un prix sur le sujet que choisira chaque Académie.

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1898.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

Le prix Jean-Jacques Berger, de la valeur de *douze mille francs,* à décerner successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris, sera attribué, par l'Académie des Sciences, pour la première fois, en 1899.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce prix, qui est annuel et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs,* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n°s 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. BERTRAND**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **AUGUSTIN-LOUIS CAUCHY**, Membre de l'Institut.

M. **C. BROUARDEL**, Membre de l'Académie, lit : Le logement insalubre.

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1898.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1897.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1898, 1899, 1900 *et* 1901.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1898, 1899, 1900 ET 1901.

1898

Grand prix des Sciences mathématiques. — Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes.

Prix Bordin. — Étudier les questions relatives à la détermination aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer, en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

Prix Fourneyron. — Question de 1897 remise à 1898. — Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné.

Prix Fourneyron. — Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Damoiseau. — Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie et en déduire la valeur de la masse de Titan.

Prix Valz. — Astronomie.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix H. Wilde.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Prix Vaillant. — Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires), au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies, depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix de la Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

Prix Thore. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Montyon. — Médecine et Chirurgie.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou

encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix du baron Larrey. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Bellion, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D[r] Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Pourat. — Innervation motrice de l'estomac.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Gay. — Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Méditerranée. Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Tchiatcheff. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Houllevigue.

Prix Cahours. — Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Prix Saintour.

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix Estrade-Delcros. — Ce prix sera décerné pour la première fois par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1898.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n[os] 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1899

Grand prix des Sciences physiques. — Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction sexuelle et asexuelle.

Prix Bordin (Sciences physiques). — Études des modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles.

Prix Fourneyron. — Perfectionner en quelque point important la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

Prix Damoiseau. — Faire la théorie d'une comète périodique dont plusieurs retours ont été observés.

Prix Fontannes. — Décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Serres. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Chaussier. — Décerné au meilleur Livre ou Mémoire, qui aura paru pendant ce temps et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

Prix Pourat.

Prix Gay. — Étude des Mollusques nus dans la Méditerranée; les comparer à ceux des côtes océaniques françaises.

Prix Jean-Jacques Berger. — Décerné successivement par les cinq Académies à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; sera attribué par l'Académie des Sciences pour la première fois en 1899.

1900

Prix Janssen.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants : 1° sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies; 2° sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

1901

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 janvier 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Janvier 1898. T. XIII. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Le Jardin des Apothicaires de Paris, par G. Planchon, Directeur de l'École supérieure de Pharmacie, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Marpon et Flammarion; in-8°.

Les Apothicaires dans les cérémonies de parade, par G. Planchon. Paris, Marpon et Flammarion; 1 broch. in-8°.

L'enseignement de l'Histoire naturelle des médicaments au jardin des Apothicaires et à l'École de Pharmacie de Paris, par G. Planchon. Paris, Ernest Flammarion, 1896; 1 broch. in-8° et une série de 12 brochures du même auteur. (Présentées par M. Chatin.)

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Bulletin. Seizième année. N° 6. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1897; 1 vol. in-8°.

Sur une nouvelle Diploxylée, par MM. Bernard Renault et A. Roche. Autun, Dejussieu père et fils, 1897; 1 broch. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. 1897. Nos 16 et 17. Paris, 1897; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles. Bruxelles, F. Hayez, 20 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur la vie et les travaux de M. d'Abbadie; par M. **Hatt**.

« Antoine Thomson d'Abbadie est né à Dublin, le 3 janvier 1810, d'un père français basque et d'une mère irlandaise. Il devait à cette dernière origine une vive sensibilité, une originalité peu commune et des croyances religieuses qui n'ont jamais été entamées par ses études scientifiques. De la race basque il tenait la vigueur physique et l'énergique volonté qui a été le trait saillant de son caractère.

» Il fit toutes ses études en France où sa famille était revenue s'établir en 1813. Au sortir du collège, en 1829, d'Abbadie forma le projet d'une exploration dans l'intérieur de l'Afrique et consacra les six années suivantes à la préparation de son voyage. Il était sur le point de partir pour l'Éthiopie, sur laquelle son choix s'était définitivement fixé, quand, à

l'instigation d'Arago, il fut chargé par l'Académie d'une mission scientifique au Brésil.

» La mission acceptée par le jeune savant et accomplie à ses frais, avec la collaboration intermittente de M. Lefèvre, rentrait dans le cadre de ses études préparatoires; il s'agissait de décider, par l'observation, du sens du mouvement diurne de l'aiguille aimantée dans la région que l'on supposait devoir présenter un régime intermédiaire entre celui de l'hémisphère boréal, où l'aiguille tourne tous les matins dans le sens inverse, et celui de l'hémisphère austral, où se produit le mouvement direct.

» On s'embarqua en novembre 1836 sur la frégate *l'Andromède*, en compagnie d'un illustre exilé que la France envoyait alors à Rio de Janeiro. C'est de cette époque que datent les relations de M. d'Abbadie avec le prince qui devait, vingt ans plus tard, présider aux destinées de notre Pays.

» Un mauvais bateau conduisit la mission de Rio à Olinda, près de Pernambuco, où les observations poursuivies pendant un mois et demi montrèrent que l'aiguille obéit au régime de l'hémisphère austral ou de l'hémisphère boréal, suivant que le Soleil culmine dans le nord ou dans le sud.

» Après être revenu du Brésil et avoir remis à l'Académie le manuscrit de ses observations magnétiques et météorologiques, Antoine d'Abbadie, donnant suite à ses premiers projets d'exploration, alla, vers la fin de 1837, rejoindre au Caire son frère Arnault qui devait être son compagnon de voyage.

» Remontant le Nil jusqu'à Keneh, ils gagnèrent le port de Kosséir, sur la mer Rouge, et s'embarquèrent pour Djeddah d'où un autre navire les amena, le 17 février 1838, à Massaoua. De ce port, qui est situé à la pointe nord-est de l'Abyssinie, les deux frères parvinrent, après de nombreuses difficultés, jusqu'à Gondar, la capitale du pays.

» Cette première reconnaissance fut effectuée, suivant la méthode traditionnelle du cheminement, par Antoine qui était seul à s'occuper de Géographie physique; il put se convaincre de l'insuffisance des procédés de levé du terrain adoptés avant lui et préparer une méthode nouvelle, la *Géodésie expéditive*, qui aura la rare bonne fortune d'atteindre tout de suite la perfection.

» A d'autres points de vue ce voyage servit d'épreuve; les enseignements qu'il apportait seront développés avec une extrême finesse dans le remarquable exposé fait devant le Congrès international de Géographie de Venise, en 1881, et publié sous le titre de : *Credo d'un voyageur*. On peut

en résumer l'esprit par quelques préceptes qu'il contient : « Voyager seul » et sans armes, vivre sobrement et à la manière du pays, en respectant » ses coutumes; s'armer de patience et ne pas perdre de vue le but à » atteindre. » Désormais, Antoine d'Abbadie se séparera de son frère Arnault, afin de ne pas entraver les investigations d'ordre politique de ce dernier et de conserver pour soi-même la liberté de donner tous ses soins à la détermination des positions géographiques.

» Mais il est mal outillé pour exécuter ce travail suivant la conception nouvelle des levés d'exploration, et il a le courage presque surhumain de tout reprendre à nouveaux frais et d'interrompre son voyage pour retourner en France se munir des instruments de précision indispensables. Nous le retrouvons au commencement de 1839 à Paris où il séjourne jusqu'à la fin de septembre.

» Le voyage de retour fut très contrarié; la petite expédition, y compris son chef, paya son tribut à la maladie et perdit plus de deux mois en Égypte. Ce ne fut qu'à la fin de janvier 1840 que d'Abbadie put débarquer à Massaoua où l'attendait son frère. Mais il n'était pas au bout de ses contrariétés. L'hostilité d'un gouverneur de province empêchait l'expédition de pénétrer à l'intérieur; en travaillant aux environs de Massaoua d'Abbadie est blessé à l'œil et bientôt après atteint d'ophtalmie; il se voit contraint d'aller chercher des secours médicaux à Aden, et l'accueil du gouverneur anglais n'étant guère plus engageant que celui du chef éthiopien, il est contraint de se réfugier à Berbera sur la côte d'Afrique. Son frère vient l'y rejoindre et projette avec lui de tourner l'Abyssinie par le sud pour atteindre Kaffa par une route nouvelle; l'hostilité des chefs indigènes, acharnés contre les explorateurs français, vient déjouer cette tentative ainsi qu'une deuxième entreprise ayant pour objectif Tadjourah, auprès de notre colonie actuelle d'Obock. Après trois mois d'efforts inutiles, l'expédition dut, pour la troisième fois, retourner à Massaoua où l'autocrate indigène consentit enfin à la laisser passer.

» Dès ce moment commence, pour d'Abbadie, la réalisation du programme qu'il s'est tracé. Ce que fut ce programme et comment il fut exécuté, notre Confrère M. Radau l'a exposé dans un éloquent chapitre de la *Revue des deux Mondes,* paru il y a un peu plus de trente ans et dont le souvenir m'est resté bien présent à l'esprit pour l'enseignement retiré de sa lecture.

» Les opérations de d'Abbadie constituent, suivant l'heureuse expression

de M. Radau, une triangulation naturelle, en ce sens que l'on prend pour signaux tous les points naturellement remarquables et suffisamment définis, tels que sommets de montagnes, rochers, bouquets d'arbres, etc. On pourrait ajouter que c'est une triangulation astronomique, car en chaque station il est fait une observation d'azimut qui oriente toutes les visées d'une manière absolue dans l'espace. La position d'une station d'où l'on a relevé deux points connus sera donc entièrement déterminée, tandis qu'avec des directions relatives trois relèvements seraient nécessaires et ne pourraient suffire en outre que si la station est en dehors de la circonférence passant par les points visés.

» C'est aussi par les observations astronomiques que sera mesurée la base du réseau; il suffira, pour cela, de connaître les latitudes de deux points orientés l'un par rapport à l'autre dans une direction voisine du méridien, ou les longitudes quand la direction est perpendiculaire.

» Le travail de d'Abbadie embrasse une étendue grande comme la France; il comporte la détermination des positions géographiques de près de neuf cents points remarquables, distribués sur toute la région explorée. Avec une persévérance sans précédents cette œuvre a été poursuivie pendant dix ans au milieu de fatigues et de dangers de toutes sortes, parallèlement aux études ethnographiques et linguistiques dont d'Abbadie était enthousiaste.

» On est frappé d'étonnement devant cette abnégation de soi-même, cette énergie de volonté qui condamne, par amour pour la Science, un homme à mener, pendant ses plus belles années, l'existence la plus primitive et la plus austère; car d'Abbadie était d'une sévérité de mœurs telle qu'il passait pour un moine aux yeux des Éthiopiens, qui n'ont accueilli qu'avec incrédulité la nouvelle de son mariage en Europe.

» C'est en 1849 seulement qu'il quitta définitivement l'Égypte, emportant avec lui une quantité considérable de matériaux touchant toutes les branches des connaissances humaines. Dans le nombre se trouvait une collection de deux cent trente-quatre manuscrits éthiopiens, la plus riche qui existât en Europe; un vocabulaire de la langue Amarinna comprenant plus de quinze mille mots.

» Malgré la lassitude amenée par ces longs voyages, où les privations étaient de règle, il se met résolument à l'œuvre pour la rédaction de ses travaux de Géographie physique et la coordination des documents linguistiques et ethnographiques. Dans la liste des Mémoires et Ouvrages, au

nombre de vingt environ, déjà publiés à la date de 1861, nous pouvons relever :

» *Mémoire sur le tonnerre en Éthiopie,* publié dans le Tome XVI des *Mémoires des Savants étrangers ;*

» *Catalogue raisonné des Manuscrits éthiopiens,* imprimé à l'Imprimerie impériale avec les caractères dont les poinçons ont été gravés sous la direction de d'Abbadie ;

» *Résumé géodésique des positions déterminées en Éthiopie, tant en altitude qu'en latitude et longitude;* publié en 1859 à Leipzig et utilisé pour la *Connaissance des Temps* de 1862 ;

» *Premier fascicule de la Géodésie de la Haute-Éthiopie, revue et corrigée par R. Radau;*

» *Note sur le qobar ou brouillard sec ;*

» *Observation d'un simoun ou vent sec et malsain ;*

» *Sur l'usage du café en Arabie ;*

» Etc., etc.

» Entre temps, d'Abbadie fit deux nouveaux voyages scientifiques ayant pour but l'observation d'éclipses totales de Soleil : à Frederiksvaern (Norvège), en juillet 1851 ; à Brievisca (en Espagne), pour l'éclipse du 18 juillet 1860.

» Parmi les sujets d'étude qui s'imposèrent à son attention, dans les dix années suivant son retour d'Éthiopie, il faut placer les perfectionnements des instruments de précision et, en particulier, du petit théodolite. Après avoir modifié les dispositions adoptées antérieurement et proposé un type amélioré dont on s'écarte à peine aujourd'hui, d'Abbadie imagina un modèle tout nouveau où la lunette est maintenue horizontalement, les visées en hauteur résultant du mouvement d'un prisme à réflexion totale placé devant l'objectif. Cet instrument, très pratique et dont les dispositions de détail ont été minutieusement étudiées, a déjà rendu et est appelé, encore, à rendre de grands services aux voyageurs.

» C'est en 1867 que l'Académie des Sciences ouvrit ses portes à d'Abbadie en le nommant à l'une des places nouvellement créées dans la Section de Géographie et Navigation. Dans la pensée du chef de l'État, cette augmentation de cadre permettait à l'Académie de récompenser, à l'occasion, l'un des vaillants explorateurs qui sont l'honneur d'une nation et dont les patients efforts lui apportent souvent gloire et prospérité. Nul plus que d'Abbadie n'était digne d'être désigné pour ce poste au double titre de savant éminent et d'explorateur incomparable.

» Ce fut un nouveau stimulant pour son activité; il termina, avec la collaboration dévouée de M. Radau, la publication définitive de son grand Ouvrage sur la Géodésie de l'Éthiopie qui restera le monument impérissable de sa production scientifique.

» Postérieurement à son élection, nous voyons paraître encore une série d'Études et d'Ouvrages :

» *L'Abyssinie et le roi Théodore,* article publié en 1868 dans le *Correspondant,* où sont racontés et commentés les événements qui amenèrent l'expédition anglaise de Magdala ; on retrouve dans cet article une série de souvenirs personnels de d'Abbadie d'autant plus précieux que malheureusement il n'a jamais songé à écrire une relation anecdotique complète de son voyage ;

» *Monnaies d'Éthiopie,* article publié en 1868 dans la *Revue numismatique ;*

» *Notice sur les langues de Kam ;* publiée en 1872 par la Société philologique ;

» *Observations relatives à la Physique du globe,* Ouvrage de 200 pages in-4°, où ont été réunies, avec la collaboration de M. Radau, les observations magnétiques faites au Brésil et en Éthiopie.

» Un phénomène qui a été l'objet de sa constante sollicitude est le déplacement absolu ou relatif de la verticale, soit qu'il s'agisse d'une modification de la gravité ou des mouvements de l'écorce terrestre. Après avoir tenté de faire cette étude au moyen de niveaux à bulle d'air très sensibles, il proposa, dès l'année 1852, de recourir au bain de mercure en observant les déplacements de l'image d'un objet fixe suffisamment éloigné. L'appareil fut réalisé dans la propriété d'Arragori (plus tard Abbadia), près Hendaye, où l'on creusa dans le rocher un puits profond de 10^m pour y descendre un bain de mercure, l'objet fixe étant placé verticalement au-dessus. Mais des infiltrations continuelles d'eau de pluie vinrent contrarier l'expérience et un nouveau dispositif dut être adopté. On bâtit un énorme massif en béton, s'élevant à 8^m au-dessus du terrain environnant ; cylindrique à l'intérieur, il présentait au dehors une paroi légèrement conique. Un escalier, creusé dans le rocher, menait à 2^m au-dessous du sol, dans une cave soustraite aux infiltrations d'eau, et permettait d'arriver sous le cylindre pour visiter le bain de mercure.

» Les observations avaient lieu au sommet du cylindre où était fixé le repère consistant en une double croisée de fils métalliques. Afin de permettre à la maçonnerie de se tasser complètement, on attendit cinq ans

avant de commencer une suite d'observations. Celles-ci, qui consistaient essentiellement dans la mesure du déplacement de l'image du repère par rapport au repère lui-même, furent entreprises en 1867 et continuées jusqu'en 1872. On les interrompit pour surélever le massif de 2^m : reprises en 1879, elles ont été prolongées jusqu'à ce jour.

» Une assez curieuse particularité est ressortie de ces observations. Au milieu de déplacements accidentels très variables et souvent très brusques, il a été possible de constater, en moyenne, un mouvement de la verticale périodique, comme celui de la marée, bien supérieur cependant en amplitude à l'oscillation théorique résultant de l'attraction des astres, oscillation trop faible, comme l'on sait, pour être accessible à nos mesures les plus délicates. Ce pouvait donc être l'arrivée du flot lui-même qui provoquait la déviation, par suite de l'attraction directe de la masse liquide soulevée au-dessus du niveau moyen le long de la côte voisine de l'observatoire. Mais l'effet calculé théoriquement dans ces conditions s'est trouvé inférieur de moitié à ce que fournissait l'observation. C'est un savant anglais bien connu, M. G. Darwin, qui a donné l'explication de cette apparente anomalie, en attribuant la déviation constatée, par moitiés égales, à l'attraction de la masse liquide et à la flexion du sol provoquée par son arrivée. M. Darwin, dont les relations amicales avec M. d'Abbadie ont été très suivies depuis cette vérification, considère qu'elle vient heureusement confirmer ses études relativement à l'élasticité de la croûte terrestre.

» En 1878, d'Abbadie fut nommé du Bureau des Longitudes, à la place vacante de Géographe.

» Il fit paraître, en 1880, le Dictionnaire de la langue Amarinna, Volume de 650 pages, publié sous les auspices de la Société philologique, dont il était le président.

» Nous lui devons d'avoir pu employer la Photographie pour l'observation du passage de Vénus, en 1882, car, après l'initiative qu'il prit de faire construire deux appareils héliophotographiques, la Commission du Passage se décida à entrer dans la même voie. Il dirigea personnellement l'une des missions de l'Académie des Sciences, celle de Port-au-Prince, dont les dépenses furent en partie acquittées par lui.

» Après son retour de Saint-Domingue, il entreprit, à l'âge de 75 ans, un nouveau voyage scientifique pour aller observer les éléments magnétiques terrestres en divers points du globe. Les étapes de cette expédition, dont il fit tous les frais, furent Athènes, Alexandrie, le Caire, Suez, Djeddah,

Massaoua, Hodeidah, Aden, Berbéra, Souakim, Assouan, Louqsor, Assiout, la grande Pyramide, Jérusalem, Constantinople, le Pirée, Naples et Rome.

» Malgré son grand âge d'Abbadie conservait toute son activité et trouvait le temps, au milieu des travaux scientifiques de l'observatoire de Hendaye, de publier en 1890, sous le titre : *Géographie de l'Éthiopie, ce que j'ai entendu faisant suite à ce que j'ai vu,* un Volume de 450 pages in-8° contenant le journal de ses observations détachées, les renseignements qu'il a recueillis pendant son voyage et ceux qu'il a pu obtenir de divers côtés, postérieurement à son retour. Un répertoire par ordre alphabétique facilite les recherches dans cet Ouvrage.

» L'Académie le nommait vice-président en 1891, et il occupa le fauteuil de la présidence l'année suivante.

» Sur l'initiative que prit d'Abbadie en 1895, le professeur Jäderin, de Stockholm, apporta en France l'appareil dont il est l'inventeur, pour mesurer, avec le colonel Bassot, la section méridionale de la base de Paris, d'une longueur de 3000^m environ. L'opération fut exécutée, aller et retour, en moins de deux jours devant les représentants des Services publics, convoqués pour la circonstance.

» A la fin de cette même année, d'Abbadie fit don à l'Académie des Sciences de la nue propriété de son domaine de Hendaye et d'une fraction importante de sa fortune. Le château d'Abbadia occupe une position dominante entre les Pyrénées et l'Océan. Il abrite un observatoire complet dont fait partie la nadirane précédemment mentionnée; certains détails d'architecture et la disposition des pelouses environnantes sont subordonnés au travail astronomique, mais la Science n'a rien de rébarbatif dans ce merveilleux site. On sait que d'Abbadie était un partisan convaincu des mesures décimales; il a résolu d'une manière originale dans son observatoire le problème souvent agité de la division du temps en faisant battre aux deux pendules qui s'y trouvent la quatre-vingt-millième partie du jour sidéral, c'est-à-dire un peu plus que la seconde. Chaque oscillation valant une demi-division du cadran partagé en cent parties, une demi-minute de grade en d'autres termes, il y a identité entre la division du jour et celle du cercle.

» D'Abbadie séjournait ordinairement six mois de l'année à son observatoire pour diriger les travaux dont il a demandé à l'Académie d'assurer, après lui, l'exécution. Il s'y trouvait encore au commencement de janvier 1896, quand l'Académie reçut l'annonce officielle de sa donation, et il y fut honoré de la visite du Bureau, venu pour lui présenter les remercî-

ments de la Compagnie. Dans la séance du 27 janvier 1896, le Président rendit compte de sa mission et remit à d'Abbadie, de retour parmi ses Confrères, la médaille Arago, l'une des plus hautes récompenses de l'Académie.

» Sa santé déclina visiblement dans le courant de l'hiver; il se plaignait surtout d'une extinction de voix irréductible par les remèdes ordinaires. Il partit pour Abbadia dans le courant de juin, espérant retrouver sur le bord de la mer un milieu plus favorable. Cet espoir, que sa robuste constitution permettait de concevoir, fut malheureusement déçu. Il était plus malade et presque aphone à son retour à Paris, en janvier 1897. Rien cependant ne paraissait changé dans ses habitudes, et il assistait encore à la séance de l'Académie du 15 mars et à celle du Bureau des Longitudes du 17. C'est dans la nuit du 19 au 20 mars que la mort est venue le surprendre.

» Par sa volonté expresse, ses restes furent transportés à Abbadia, sans qu'aucune cérémonie permît aux nombreux amis et admirateurs qu'il comptait de se réunir autour de son cercueil.

» Son œuvre scientifique lui survivra et, ce qui vaut mieux encore, il laissera le souvenir d'un homme foncièrement bon. D'une rare modestie, il n'a brigué dans sa vie qu'un seul honneur, celui d'appartenir à l'Académie. Ceux qui l'ont élu ont déclaré n'avoir jamais vu candidat plus réservé. Mais, s'il ne savait rien demander pour lui-même, il était très dévoué à faire rendre justice aux autres et ne s'épargnait pas pour ceux qu'il jugeait dignes de son attention.

» Le désir qu'il a exprimé relativement au travail astronomique d'Abbadia est satisfait, car les observations sont poursuivies aujourd'hui par un prêtre oratorien aussi dévoué qu'intelligent, qu'il a pu encore former à son école dans la dernière année de sa vie. »

OPTIQUE. — *Sur quelques résultats nouveaux relatifs au phénomène découvert par M. le* Dr Zeeman. Note de M. A. Cornu.

« Des perfectionnements successifs apportés à l'observation du phénomène découvert par M. le Dr Zeeman m'ont conduit à quelques résultats en désaccord avec les observations primitives et susceptibles de modifier les idées émises sur le mécanisme de ce phénomène.

» La disposition générale de l'expérience est celle que j'ai décrite pré-

cédemment : la source lumineuse (flamme oxhydrique chargée de vapeurs salines, étincelle d'induction, etc.) est placée entre les deux pôles d'un fort électro-aimant et l'image de cette source est projetée sur la fente d'un appareil spectral à grande dispersion muni des dispositifs biréfringents nécessaires.

» I. Observation dans le sens des lignes de forces. — Les conclusions primitives relatives au dédoublement du faisceau de lumière naturelle en deux faisceaux circulaires subsistent entièrement ([1]).

» Mais les mesures micrométriques ont montré que l'amplitude de ce dédoublement ne dépend pas exclusivement de la longueur d'onde de la radiation observée : on peut résumer ainsi l'ensemble des observations.

» *L'action du champ magnétique sur la période vibratoire des radiations d'une source lumineuse paraît dépendre non seulement de la nature chimique de la source, mais aussi de la nature du groupe de raies spectrales auquel appartient chaque radiation et du rôle qu'elle joue dans ce groupe.*

» Il reste donc peu d'espoir d'exprimer la grandeur du dédoublement magnétique des raies d'un même spectre par une simple fonction de la longueur d'onde, ainsi qu'on avait pu l'espérer au début ([2]).

» C'est d'ailleurs ce point de vue de l'existence de différences essentielles existant parmi les raies d'un même spectre, différences reconnues déjà dans diverses circonstances (raies spontanément renversables ([3]), groupes hydrogéniques ([4]), etc.) qui m'a engagé à poursuivre l'étude minutieuse du phénomène de Zeeman comme offrant une voie nouvelle susceptible de mettre en évidence ces familles de raies que les apparences optiques font déjà soupçonner.

» Effectivement l'observation de groupes bien connus par leur succession géométrique régulière révèle, sous l'action du magnétisme, des anomalies analogues à leur inégale facilité de renversement spontané.

» Ainsi le groupe *b* du magnésium observé par vision directe, le groupe des trois raies bleues du zinc enregistré par clichés photographiques montrent que le dédoublement magnétique de leurs composantes va en diminuant suivant une loi rapide avec la réfrangibilité, bien que la longueur d'onde varie d'une quantité insignifiante de l'une à l'autre.

([1]) A. Cornu, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 555.
([2]) H. Becquerel, *loc. cit.*, p. 679.
([3]) A. Cornu, *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 332.
([4]) A. Cornu, *Comptes rendus*, t. C. p. 1181.

» Contrairement à ce que les expériences de MM. Egoroff et Georgiewski pouvaient faire présumer, c'est la raie la plus facilement renversable qui donne ici le moindre dédoublement.

» 2. Observations dans la direction normale aux lignes de force. — Le résultat principal, obtenu dans ce cas, modifie profondément sur un point important les conclusions primitives de MM. Zeeman et Lorentz.

» 1° *Sous l'influence du champ magnétique dans la direction normale aux lignes de force, une raie spectrale unique devient* QUADRUPLE (et non TRIPLE *comme* on l'avait annoncé primitivement). *Les deux raies extrêmes sont polarisées parallèlement aux lignes de force, les deux raies intermédiaires perpendiculairement à cette direction.*

» 2° *Le quadruplet ainsi formé est symétrique par rapport à la raie primitive et l'écart des deux raies de même polarisation est sensiblement proportionnel à l'intensité du champ magnétique* ([1]).

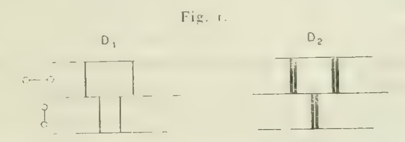
» C'est le perfectionnement de l'appareil optique, bien plutôt que l'accroissement du champ magnétique, qui m'a permis d'effectuer le dédoublement de la raie médiane du *triplet* de Zeeman : ce dédoublement a dû déjà être aperçu par divers observateurs ; mais l'imperfection des images l'aura fait confondre avec un simple *renversement*.

» D'ailleurs, il est le plus souvent très petit et en tout cas très inégal suivant les radiations choisies, même dans des groupes très serrés.

» L'exemple le plus frappant et le plus facile à observer est celui que fournit le groupe D_1 D_2 du sodium.

» La raie D_1 (*fig.* 1) la plus fine et la moins réfrangible des deux, se

Fig. 1.



transforme en un *quadruplet* bien visible, car les deux raies médianes offrent un écartement moitié de celui des deux extrêmes. La raie D_2, plus large,

---

([1]) J'ai constaté également que, pour les champs magnétiques égaux, la distance des deux raies polarisées parallèlement aux lignes de force est sensiblement égale à la distance des raies polarisées circulairement ; mais la précision des mesures optiques ou magnétiques est encore trop imparfaite pour pouvoir démontrer cette égalité avec certitude.

plus facilement renversable, devient un triplet, parce que la raie médiane reste simple; cette composante médiane laisse, il est vrai, supposer l'existence d'une légère ligne noire au milieu de sa largeur; mais, comme les deux autres composantes, de polarisation inverse, offrent la même apparence, le dédoublement reste indécis. Ainsi la différence essentielle de nature entre D_1 et D_2, décelée depuis longtemps par leur inégale facilité de renversement spontané, est accusée ici par un caractère singulièrement net, à savoir l'inégale séparation des seules composantes médianes : cette séparation est très grande dans D_1, très faible dans D_2; au contraire, la distance des composantes extérieures est sensiblement la même dans les deux. N'est-on pas en droit de penser que l'action du champ magnétique atteint une particularité des plus intimes du mécanisme de la genèse des radiations?

» Le groupe b du magnésium, composé de trois raies b_1, b_2, b_4 [1], est également instructif : on s'attendait à voir la raie la plus fine se transformer en quadruplet; il n'en est rien, elle devient un simple triplet; l'intermédiaire b_2, au contraire, se divise nettement en quatre : la première b_1, la plus facilement renversable, se sépare également en un quadruplet, mais elle est trop diffuse pour que le phénomène soit aussi net.

» La raie verte du thallium est aussi trop large pour bien montrer le dédoublement de la raie médiane.

» La raie verte (n° 4) du cadmium se divise également en quatre, mais il faut un champ magnétique intense pour bien voir cette subdivision.

» Si l'on pouvait douter, d'après les seules observations effectuées dans la direction des lignes de force de l'action spécifique du champ magnétique sur les radiations émises, les résultats précités obtenus dans la direction normale à ces lignes lèvent tous les doutes. Il n'y a d'ailleurs à craindre aucune erreur provenant d'un imparfait réglage du dispositif optique; en effet, dans la direction normale aux lignes de force on n'utilise, comme appareil séparateur, qu'un simple rhomboïde de spath d'Islande. Quant au champ magnétique dont l'uniformité n'est jamais parfaite, je me suis assuré (en donnant aux pièces polaires les formes les plus diverses) que, si l'intensité moyenne du champ varie suivant la configuration de ces pièces, la distance relative des composantes du *quadruplet* reste inaltérée; le phénomène ne dépend donc pas d'une disposition particulière des surfaces équipotentielles du champ [2].

---

(1) Dans le groupe b du spectre solaire la raie b_3 appartient au nickel.

(2) A cette occasion j'ai trouvé une méthode très curieuse pour rendre *visibles* les

» On pourrait enfin objecter, non sans quelque raison, que la faiblesse des déviations obtenues jusqu'ici rend très incertaine l'interprétation des images. Mais, dans mes expériences, cette objection n'est pas applicable; grâce à diverses précautions résultant d'essais successifs, j'obtiens des images extrêmement lumineuses et fines séparées par des intervalles obscurs bien délimités ([1]).

» J'arrive à ce résultat par l'emploi de l'excellent réseau plan qui m'a servi aux études de Spectroscopie solaire ([2]) et que je dois à l'amabilité de M. le Professeur Rowland; j'ai pu constituer un spectroscope à grande dispersion ([3]) où le spectre du troisième ordre est particulièrement brillant, de sorte que les déviations atteignent une amplitude relativement considérable. Voici les nombres obtenus dans une observation faite avec un champ magnétique d'environ 13000 unités C.G.S.

---

surfaces équipotentielles magnétiques au voisinage des pièces polaires dans les champs très intenses; je ne sais si elle est connue, elle est en tout cas fort commode. Elle consiste à faire éclater dans le champ à explorer l'étincelle (non condensée) d'une forte bobine d'induction entre deux électrodes métalliques assez écartées; le trait de feu n'est pas dévié, mais l'auréole violette est *soufflée;* elle s'épanouit d'un côté seulement, suivant une nappe lumineuse striée en courbes concentriques, qui épouse sensiblement la forme de la surface équipotentielle passant par le point où se fait la décharge, et elle offre une aire d'autant plus grande que l'intensité du champ y est plus grande.

Cette nappe change de côté lorsqu'on inverse le sens du courant inducteur ou celui des lignes de force.

Avec des électrodes facilement volatilisables (thallium, sodium métallique, etc.) le phénomène est particulièrement brillant.

Si l'on rapproche beaucoup les électrodes, une seconde nappe, symétrique mais plus étroite, apparaît de l'autre côté, l'ensemble formant un papillon à ailes inégales; elle est due évidemment à la décharge du courant induit direct, à basse tension.

([1]) En particulier les raies $D_1 D_2$ de la soude s'obtiennent en réglant la proportion et la pression des gaz oxhydriques sur un globule de verre à la soude : avec un peu d'habitude on arrive à obtenir à volonté toutes les apparences spectrales connues, raies pâles et diffuses, raies brillantes et nettes, avec ou sans renversement.

Dans l'étincelle d'induction jaillissant entre deux pôles de sodium métallique, le métal ne s'enflamme pas, même avec une forte décharge condensée; mais les raies sont larges et renversées et l'on peut voir le quadruplet sombre sur fond brillant.

([2]) *Ann. de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VII, p. 5.

([3]) *Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 53. Le spectroscope décrit dans cet article donnait déjà de très bons résultats; mais en remplaçant le prisme de flint par le réseau la netteté s'est considérablement accrue.

Distances des raies extérieures du quadruplet D_1..... 0,54 du micromètre oculaire
Distances des raies intérieures du quadruplet D_1..... 0,26
Distances des raies D_1, D_2 à l'état naturel.......... 3,61

» Le pas de la vis du micromètre est d'un demi-millimètre.

» La plus grande distance des composantes séparées par l'action magnétique atteint donc presque $\frac{1}{6}$ de la distance des raies $D_1 D_2$.

» *Remarque.* — Ce quadruplement inattendu de la période vibratoire d'une source monochromatique, normalement aux lignes de force, contrarie au premier abord la simplicité de l'interprétation cinématique si élégante de la formation du triplet, qui conduisait à conclure que l'amplitude vibratoire des radiations n'était pas modifiée dans le sens des lignes de force. Mais, à la réflexion, je me suis convaincu que la nouvelle donnée expérimentale, devant laquelle il faut s'incliner, s'accorde néanmoins parfaitement avec l'idée qu'on doit se faire d'une ligne de force magnétique, laquelle est définie par un *vecteur* ou *quantité dirigée;* les propriétés du système complexe qu'elle représente dépendent donc du sens dans lequel elle est portée. Or, l'amplitude vibratoire est aussi une quantité dirigée : il est donc naturel que l'influence réciproque de deux éléments parallèles, caractérisés tous deux par des vecteurs, puisse être de deux sortes suivant que les vecteurs en jeu sont de même signe ou de signe contraire. C'est évidemment un argument un peu abstrait, mais qui n'en impose pas moins une condition nécessaire. L'effet résultant peut être nul ; c'est ce qui résultait des observations imparfaites du début ; mais, n'étant pas nul, il a nécessairement deux valeurs égales et de signe contraire; c'est justement ce que constatent les nouvelles observations, à savoir une variation de période symétrique de part et d'autre de la période primitive.

» Si l'interprétation cinématique du phénomène devient un peu plus complexe, elle acquiert une symétrie très suggestive relativement à la constitution du champ magnétique :

» *Comme les composantes vibratoires normales aux lignes de force, la composante parallèle à cette direction est dédoublée : les périodes des deux parties sont altérées de quantités respectivement égales, de lignes contraires et proportionnelles à l'intensité du champ.*

» En résumé, on voit combien de questions importantes, au point de vue des relations de l'électricité avec la lumière, soulèvent ces nouvelles expériences. Bien que les observations soient très délicates et encore fort incomplètes, j'ai cru devoir les faire connaître, me réservant de les poursuivre lorsque les moyens d'action dont j'espère disposer me permettront d'accroître encore la grandeur des effets et, par suite, la précision des mesures. »

Observations de M. **Henri Becquerel**, *relatives à la Communication précédente.*

« A la suite de la Communication de M. Cornu, M. Henri Becquerel fait observer que s'il existe, comme il le pense, une relation entre la grandeur du phénomène de Zeeman et la longueur d'onde de la lumière, cette fonction doit être recherchée en étudiant des radiations ayant une relation commune d'origine; telles sont, par exemple, les lignes qui, dans divers spectres métalliques, suivent la loi de répartition des lignes de l'hydrogène. Une relation de la nature de celle qu'il a indiquée (¹) est vraisemblablement affectée d'un coefficient spécifique pour chaque corps, et même pour chaque système de raies lumineuses répondant à des modes particuliers de vibration de la source.

» Les inégalités que M. Cornu signale aujourd'hui dans le triplet du magnésium pourraient être attribuées à une influence du champ magnétique sur le mouvement moléculaire avant que celui-ci fût transmis à l'éther ambiant. Mais les expériences dont M. Cornu vient de rendre compte ne paraissent pas jusqu'ici contraires aux tentatives d'interprétation cinématique rappelées plus haut. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation et le dosage de l'iode, du brome et du chlore.* Note de M. **Ad. Carnot.**

« On a déjà proposé bien des méthodes pour le dosage de ces trois corps dans un mélange de sels haloïdes. Si je me décide à en présenter encore une nouvelle, c'est parce qu'elle me semble réunir des qualités de simplicité, de rapidité et d'exactitude, que l'on ne trouve pas ensemble dans les méthodes antérieures.

» J'ai d'ailleurs utilisé les excellentes indications données par Frésénius (²) pour le dosage de l'iode, et j'ai mis à profit quelques observations de M. Dechan (³) et de M. Baubigny (⁴), relativement au brome.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 679.
(²) Frésénius, *Tr. d'anal. chim. quantit.*, 6e édit. française, p. 406.
(³) *Chemic. Soc.*, t. XLIX, p. 682; *Bull. de la Soc. chim.*, t. II, p. 331; 1887.
(⁴) *Comptes rendus*, 2 nov. 1897, t. CXXV, p. 654.

» La méthode est fondée sur les réactions suivantes : dans un mélange de chlorures, de bromures et d'iodures en dissolution, l'acide sulfurique chargé de vapeurs nitreuses peut déplacer entièrement l'iode à froid, sans agir en aucune manière sur les acides chlorhydrique et bromhydrique; l'iode peut être alors entièrement dissous et enlevé par le sulfure de carbone. En ajoutant de l'acide sulfurique et de l'acide chromique, on n'isole le brome que très partiellement à froid, mais on peut réussir à l'isoler entièrement en chauffant au voisinage de 100° pendant une demi-heure à une heure, puis laissant refroidir et dissolvant par le sulfure de carbone. Il n'y a mise en liberté, dans l'un ni l'autre cas, d'aucune trace de chlore; le dosage de ce corps peut être fait ensuite par l'azotate d'argent.

» Quant à l'iode, il est dosé volumétriquement par l'hyposulfite de sodium ajouté dans le sulfure de carbone jusqu'à décoloration exacte; pour le brome, on opère de même, en ajoutant d'abord de l'iodure de potassium, puis faisant disparaître exactement la coloration violette donnée par l'iode libre au moyen de l'hyposulfite en solution titrée.

» Une série d'expériences faites sur les proportions les plus variées de chlorure, de bromure et d'iodure ont montré la précision des résultats, moyennant l'observation des précautions qui vont être indiquées.

» 1° *Iode*. — La solution neutre des sels, étendue à un volume de 200^{cc} environ, est introduite dans un entonnoir à boule de 350^{cc} à 400^{cc} de capacité, bien fermé, à la partie supérieure, par un bouchon à l'émeri et, à la partie inférieure, par un robinet de verre, à parois assez peu épaisses pour ne pas risquer de se fendre lorsqu'on les chauffe au bain-marie.

» On fait tomber dans la solution froide une dizaine de gouttes d'acide sulfurique saturé de vapeurs nitreuses (produites par la réaction de l'acide azotique concentré sur l'amidon), puis on verse de 10^{cc} à 15^{cc} de sulfure de carbone pur.

» On fixe le bouchon de verre et l'on agite vigoureusement et à plusieurs reprises; on laisse alors le sulfure de carbone se réunir, on agite un peu pour faire tomber au travers du liquide les petites gouttelettes de sulfure qui sont restées attachées aux parois de la boule. Le sulfure de carbone est coloré en violet foncé, s'il y a une quantité notable d'iode, en violet clair ou en rose, s'il y en a très peu; il se distingue très aisément de la solution aqueuse, et remplit la partie inférieure de la boule et le tube fin jusqu'au robinet de verre. On ouvre doucement le robinet et l'on fait écouler le sulfure coloré sur un filtre de papier préalablement mouillé d'eau, on ferme le robinet au moment où la solution aqueuse s'y présente. On ajoute

de nouveau 10cc environ de sulfure de carbone et l'on agite comme précédemment; le réactif n'est, en général, coloré que très faiblement par l'iode; on fait tomber encore trois ou quatre gouttes d'acide sulfurique nitreux et, après nouvelle agitation, qui ne doit produire aucun changement de teinte, si la première opération a été bien conduite, on laisse rassembler et l'on fait écouler le sulfure de carbone sur le même filtre, qu'on préserve de l'évaporation par une plaque de verre.

» L'introduction de 2cc ou 3cc de sulfure de carbone et d'une ou deux gouttes d'acide sulfurique nitreux permet de recueillir les fines gouttelettes de sulfure qui peuvent être restées à la surface du liquide, de s'assurer que le déplacement de l'iode est complet et de balayer la petite quantité de sulfure faiblement coloré, contenue dans la voie du robinet de verre.

» Le sulfure de carbone, réuni sur le filtre mouillé, est bien lavé à l'eau froide. Les premières eaux seules sont recueillies et ajoutées au liquide aqueux de la boule de verre pour la suite de l'analyse. En perçant le filtre, on fait passer le sulfure de carbone dans une petite fiole, fermée à l'émeri, avec 30cc environ d'une solution à $\frac{1}{2}$ pour 100 de bicarbonate de sodium. On verse alors, au moyen d'une burette graduée, une solution d'hyposulfite de sodium titrée (décinormale ou centinormale) jusqu'à décoloration complète du sulfure de carbone. On agite vigoureusement après chaque addition du réducteur. Le phénomène est très net et l'exactitude des résultats est aussi complète que possible, non seulement en présence des chlorures, ainsi que l'avait observé Frésénius, mais aussi en présence des bromures.

» 2° *Brome*. — Pour doser le brome, on verse dans la boule de verre à robinet quelques centimètres cubes d'acide chromique à 10 pour 100 et 3 à 4cc d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau; on met aussitôt le bouchon à l'émeri et l'on ferme solidement la boule, qu'on place et qu'on laisse flotter dans un bain-marie à 100° pendant une demi-heure à une heure. On la sort alors et on la laisse refroidir entièrement, puis on introduit du sulfure de carbone et l'on procède, comme je l'ai expliqué pour l'iode, par trois épuisements successifs. Le sulfure de carbone est reçu sur un filtre mouillé, puis lavé à l'eau froide, jusqu'à ce que celle-ci ne présente plus d'acidité.

» On fait alors tomber le sulfure dans un flacon à l'émeri, où l'on ajoute un peu d'iodure de potassium en dissolution et 30cc de bicarbonate de

sodium. On agite vigoureusement à plusieurs reprises. Le brome déplace une proportion équivalente d'iode qui, devenu libre, donne au dissolvant une coloration violette beaucoup plus visible que ne l'était la teinte jaune brun produite par le brome. La détermination de l'iode se fait, comme précédemment, par l'hyposulfite de sodium titré et l'on n'a plus, pour connaître le poids correspondant du brome, qu'à multiplier le poids de l'iode par le coefficient $\frac{80}{127}$.

» 3° *Chlore.* — La solution acide, dont on a enlevé l'iode et le brome et à laquelle on a réuni les premières eaux de lavage, est versée dans un vase à précipitation, étendue d'eau à 500^{cc} environ, additionnée d'azotate d'argent, puis chauffée de façon à rassembler le chlorure. Le précipité se trouve coloré par un peu de chromate d'argent; pour le purifier, on décante la liqueur après refroidissement et on la remplace par un peu d'eau chaude légèrement azotique; on laisse encore refroidir et on lave par décantation. Le chlorure d'argent, devenu complètement blanc, est reçu sur un filtre taré, puis séché et pesé avec les précautions habituelles.

» Le dosage du chlore est, des trois, celui auquel on attache le moins d'importance dans la plupart des cas. Au lieu d'opérer comme je viens de le dire, on pourra presque toujours se contenter d'un dosage par différence, qu'un procédé volumétrique permet d'obtenir rapidement de la façon suivante :

» On peut opérer sur la solution privée d'iode, provenant de la première opération, et en faire deux portions : l'une est traitée en vue du dosage du brome, comme il vient d'être dit; l'autre est précipitée par une quantité mesurée d'azotate d'argent titré, on détermine ensuite l'excès d'argent en se servant de sulfocyanure comme solution titrée et d'alun de fer comme indicateur; d'après le dosage du brome, on sait la quantité d'azotate d'argent qu'il a consommée et, par différence, on calcule aisément le chlore.

» On peut aussi, surtout si les chlorures sont en proportion beaucoup plus grande que les iodures et bromures, ne prendre que $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{50}$ de la solution neutre primitive, y ajouter du chromate de potassium comme indicateur et verser, avec la burette graduée, de l'azotate d'argent titré jusqu'à apparition de la teinte rouge du chromate. Retranchant alors de l'azotate d'argent employé celui qui correspond à l'iode et celui qui correspond au brome, on a celui qui a été précipité par le chlore.

» Le chlore se trouve donc facilement dosé par l'un de ces procédés.

» Le Tableau suivant, montrant les résultats d'une série d'essais faits sur

des proportions importantes ou, au contraire, très faibles de chacun des trois corps, permettra d'apprécier la précision à laquelle on arrive couramment par cette méthode.

Proportions mises en expérience.						Hyposulfite employé pour		Pesé AgCl.	Élément retrouvé.		
Iodure.	Bromure.	Chlorure.	Io.	Br.	Cl.	Io.	Br.		Io.	Br.	Cl.
mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	cc	cc	mgr	mgr	mgr	mgr
200	100	200	153,0	67,2	95,2	22,3	15,2	380	152,5	65,3	94,0
100	100	100	76,5	67,2	47,6	11,2	15,4	»	76,6	66,2	»
100	200	100	76,5	134,4	47,6	11,2	31,0	192	76,6	133,3	47,5
20	40	200	15,3	26,9	95,2	2,2	6,3	»	15,0	27,1	»
5	50	200	3,8	33,6	95,2	0,6	7,8	»	4,1	33,5	»
1	100	600	0,8	67,2	285,6	0,1	15,3	»	0,7	65,8	»
»	20	500	»	13,4	238,0	»	3,1	»	»	13,3	»
»	10	200	»	6,7	95,2	»	1,5	»	»	6,4	»
»	5	200	»	3,4	95,2	»	0,7	»	»	3,0	»
»	1	200	»	0,7	95,2	»	0,1	»	»	0,4	»
100	100	20	76,5	67,2	9,5	11,2	15,5	39	76,6	66,6	9,6
100	100	5	76,5	67,2	2,4	11,2	15,6	10	76,6	67,1	2,5

» Pour une simple *recherche qualitative* de faibles quantités d'iodure et de bromure, en présence d'un grand excès de chlorure alcalin, on peut recommander la marche suivante :

» 1° Séparer l'iode dans un peu de la solution neutre par l'acide sulfurique nitreux et le rassembler dans quelques gouttes de sulfure de carbone. La coloration violette ou rose est extrêmement sensible.

» 2° L'iode ayant été éliminé, ajouter à la liqueur, placée dans un petit ballon, un peu d'acide chromique et d'acide sulfurique, puis chauffer jusqu'à ébullition, en plaçant à l'ouverture un papier jaune à la fluorescéine, dont M. Baubigny a fait connaître la préparation et la sensibilité pour des traces de brome. Les plus faibles quantités de brome seront révélées par la teinte rose caractéristique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur le Système de l'heure décimale, les divisions du jour et du cercle, et la Table géographique.* Mémoire de M. **Henri de Sarrauton**, présenté par M. Ad. Carnot. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« La révolution de la Terre autour de son axe, exprimée en temps, est un jour; exprimée en degrés, une circonférence. Dès lors, il est rationnel de donner une même mesure au jour et à la circonférence.

» La division du jour en 24 heures, consacrée par un usage immémorial, étant en même temps la meilleure possible au point de vue mathématique, doit servir de norme à la division du cercle.

» Le cercle doit donc être divisé en 24 heures ou 240 degrés. Cette division est la seule capable de faire disparaître la dualité regrettable des divisions en 360° et en 400^g.

» Dans le système de l'*Heure décimale*, appellation que justifie cet exposé, le jour et le cercle, complètement assimilés, sont divisés en 24 heures, désignées par la lettre *h*. L'heure est divisée en 10 degrés, désignés par la lettre *d*. Le degré est divisé en 10 minutes, désignées par la lettre *m*. Les sous-multiples décimaux de la minute se désignent par le rang qu'ils occupent après la virgule. Ainsi, $0^m,1$ est une prime; $0^m,01$ est une seconde; $0^m,001$ est une tierce, et ainsi de suite.

» Lorsque, par exception, ces unités secondaires sont employées comme unités principales, on les désigne par un nombre de points correspondant à leur numéro d'ordre. Ainsi, $1^{\because\because}$ représente une sixte, millionième partie de la minute, dix-millionième partie du degré et cent-millionième partie de l'heure.

» Les chiffres situés après la virgule doivent être toujours en nombre pair; pour qu'il en soit ainsi, on ajoute un zéro s'il est nécessaire. On les réunit deux par deux dans l'énonciation. Ainsi, $3^h,2540$ s'énonce : 3 heures, 25 minutes, 40 secondes. De même, $6^d,1472$ s'énonce : 6 degrés, 14 primes, 72 tierces.

» Il résulte de ces conventions que, les heures et les minutes étant généralement les unités employées pour mesurer le temps, tandis que le

degré est l'unité généralement employée pour mesurer les angles, généralement aussi, les nombres horaires se distingueront des nombres angulaires. Les sous-multiples de rang pair (minutes, secondes) appartiennent aux premiers, tandis que les sous-multiples de rang impair (degrés, primes, tierces) appartiennent aux seconds, sans que, cependant, le principe de l'assimilation du jour et du cercle soit infirmé en rien.

» Il en résulte aussi que cette anomalie, qui fait actuellement désigner par les mêmes termes, minute, seconde, des quantités d'ordre différent, disparaît de la Science.

» J'ai appliqué ce système au calcul d'une *Table géographique*, dans laquelle on trouvera, pour chaque degré de latitude, la longueur de l'arc de méridien compté à partir de l'équateur et la longueur de l'arc de parallèle correspondant à 10^d.

» Les latitudes sont comptées de 0 à 60^d de l'équateur au pôle, les latitudes positives appartenant à l'hémisphère boréal et les latitudes négatives à l'hémisphère austral.

» Les longitudes sont comptées de 0 à 240^d, de l'est à l'ouest, dans le sens du mouvement apparent du Soleil et à partir d'un premier méridien, que je détermine en plaçant le 140e degré exactement au point remarquable le plus occidental de l'ancien continent, c'est-à-dire au phare des Almadies, dans la presqu'île du cap Vert.

» La longitude de l'Observatoire de Paris devient alors $126^d,7563$; celle de l'observatoire de Greenwich, $128^d,3145$; celle du cap du Prince de Galles, dans le détroit de Béring, approximativement $0^d,32$, angle qui, à la latitude de Béring, représente environ 22^{km}.

» Les azimuts ou relèvement sont comptés de 0 à 240^d à partir du sud en passant par l'ouest (notation du Service géographique de l'armée).

» On peut aussi les compter de 0 à 60^d, à partir de la ligne nord-sud, en affectant du signe + les azimuts situés dans le premier et le troisième quadran et du signe − les azimuts situés dans le deuxième et le quatrième. Les quadrans sont comptés à partir du nord en allant vers l'est (sens des aiguilles d'une montre).

» Dans cette dernière notation, en appelant G le plus grand azimut (en valeur relative), M l'azimut de valeur moyenne, P le plus petit azimut, les trois angles d'un triangle plan, dans lequel on connaît les azimuts des côtés, sont donnés par les formules :

$$[G - M], \quad [M - P], \quad [180 + P - G].$$

» La Table géographique, établie d'après les principes et les conventions que je viens d'exposer, permet de résoudre rapidement, et par les formules les plus simples de la Trigonométrie rectiligne, des problèmes qui, sans son secours, seraient très ardus et dont quelques-uns nécessiteraient l'emploi de la Trigonométrie sphérique et même du Calcul intégral.

» En employant les nombres tout calculés qu'elle fournit, on tracera aisément les méridiens et les parallèles d'une Carte à une échelle quelconque, on calculera la distance de deux points donnés par leurs coordonnées géographiques, les azimuts des divers éléments de cette ligne, etc.

» La Table est fondée sur ce principe, que deux éléments de l'ellipsoïde terrestre, la grande normale (N) et le développement du degré sur le méridien (D*m*), croissent d'une manière sensiblement proportionnelle à la latitude (L) entre des repères espacés de degré en degré.

» Le Mémoire, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, renferme, avec la Table géographique, des exemples d'applications au calcul de la loxodromie et de l'orthodromie entre deux points de la surface terrestre.

» On ne s'étonnera pas que l'*heure décimale,* qui n'a pas encore trois ans d'existence, ne possède pas son outillage scientifique complet. La *montre décimale,* le *chronographe décimal* sont déjà, il est vrai, de construction courante. Mais il n'existe pas encore de *Tables de logarithmes* de la nouvelle division. Cette lacune sera bientôt comblée : M. Lebègue, éminent mathématicien de Bruxelles, et son collaborateur, M. Maurice Méry, calculent actuellement des *Tables des fonctions circulaires de la division en* 240^d. Mais, en attendant que ces Tables soient publiées, on doit se servir des Tables existantes, et, par conséquent, convertir les degrés nouveaux, soit en degrés sexagésimaux, soit en grades. Pour faciliter cette conversion, je joins à la Table géographique une petite Table qui permet de transformer aisément les *d* décimaux en degrés sexagésimaux et réciproquement. En ce qui concerne la conversion en grades, une Table n'est pas nécessaire. On convertit les *d* en grades en multipliant par $\frac{5}{3}$ et les grades en *d* en multipliant par $\frac{3}{5}$. »

M. E. Pain adresse une Note relative à un instrument géodésique, « L'opérateur rapide », pour levés de plans, nivellements, tracés d'épures, etc.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. A. Baudouin adresse une Note « Sur la cause du mouvement obtenu dans le radiomètre exposé à la lumière ».

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle.)

M. Cassedebat adresse une Note « Sur un corps simple gazeux, sécrété par le *Bacterium coli commune* ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Ch. Sibillot adresse une Note relative à la faculté d'orientation chez les pigeons voyageurs.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Marey.)

M. Chantron adresse un complément à sa Communication « Sur le vol des oiseaux ».

(Commissaires : MM. Marey, Violle.)

M. Souilhagon adresse diverses Communications relatives à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. J. Bertrand informe l'Académie que M. *Schiaparelli*, Correspondant de la Section d'Astronomie, dont la mort avait été annoncée, vient de lui écrire pour démentir lui-même cette nouvelle.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Orlof*, écrit en langue russe, et relatif aux améliorations apportées à la fabrication des papiers d'État.

MM. André, Beauregard et Boulard, Blondel, Drs Bosc et Vedel, Brillié, Contremoulins, Delezenne, J. Eriksson, Fabre-Domergue, Fabry, Flahault, Dr Gaucher, Gosselet, Guinard, Haller, Lebeau,

Lénart, Liouville, Marie et **Ribaut, Œhlert, Pettit, Pruvot, Dr Röntgen, Paul Sabatier, Sappin-Trouffy, V. Thomas, Dr Tissié, J. Vallot** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Occultation des Pléiades par la Lune, le 3 janvier 1898, observée à l'équatorial de la tour de l'ouest de l'Observatoire de Paris,* par M. G. **Bigourdan**. Communiqué par M. M. Lœwy.

« Les immersions ont eu lieu au bord obscur de la Lune, bord qui était totalement invisible ; les émersions ont eu lieu au bord brillant. Toutefois, pour 20 Taureau, immersion et émersion ont eu lieu au bord brillant (voir les *Remarques*).

» Le ciel, d'abord très brumeux, ne laissait plus grand espoir, quand il s'est découvert presque subitement quelques minutes avant la première immersion. Dans la suite, il a été souvent assez brumeux pour empêcher d'observer quelques étoiles plus faibles que la grandeur 6,5, et dont l'observation avait été préparée ; mais on a constamment vu les étoiles dont la *Connaissance des Temps* donne les heures d'occultation.

» L'ouverture libre de la lunette est de $0^m,305$ et l'oculaire employé grossit 159 fois.

» La pendule équatoriale retardait de $1^s 0$ sur la pendule méridienne ; et pour cette dernière on a adopté la correction provisoire Gr = — $22^s,7$.

Étoiles.	Phénomènes.	Heure, temps sidéral de Paris.		Remarques.
		h m s	s	
17 Taureau.	Immersion.	2.13.15,2	± 0,1	L'observation paraît très bonne.
1 Bessel.	Immersion.	2.29.13,6	± 0,15	
16 Taureau.	Immersion.	2.46.32,2	± 0,1 à 0,2	
9 Bessel.	Immersion.	3.47.42,5	± 0,2	
23 Taureau.	Immersion.	3.12.21,8	± 0,15	
16 Taureau.	Émersion.	3.12.57,3		L'étoile a été aperçue en contact avec le bord de la Lune.
11 Bessel.	Immersion.	3.18.43,3	± 0,4 env.	
10 Bessel.	Immersion.	3.20.43,3	± 0,2 env.	
17 Taureau.	Émersion.	3.35.11,3		L'étoile, aperçue au premier instant de sa réapparition, n'a point paru se projeter sur le bord de la Lune.

Étoiles.	Phénomènes.	Heure, temps sidéral de Paris.		Remarques.
20 Taureau.	Immersion.	h m s 3.41.33.3		Cette étoile a rasé le bord éclairé de la Lune pendant plusieurs minutes, mais sans se projeter dessus. La disparition a eu lieu derrière une proéminence du bord de la Lune.
20 Taureau.	Émersion.	3.41.48.5		
η Taureau.	Immersion.	3.53.24.5	± 0,1	L'observation paraît très bonne.
24 Bessel.	Immersion.	4. 0. 9.6		L'étoile est affaiblie par la brume.
23 Taureau.	Émersion.	4.10.59,3	± 0,2	L'observation paraît très bonne.
28 Taureau.	Immersion.	5. 5.18,6	± 0,1	Id.
η Taureau.	Émersion.	5.14. 4,1	± 0,2	
27 Taureau.	Immersion.	5.16.26,1	± 0,1	La disparition de cette étoile n'a pas été absolument instantanée. La réapparition a eu lieu derrière une éminence du bord lunaire.
27 Taureau.	Émersion.	6. 0. 3,7	± 0,3	
28 Taureau.	Émersion.	6.16.50		L'étoile avait reparu depuis trois ou quatre secondes.

ASTRONOMIE. — *Occultation du groupe des Pléiades, le 3 janvier 1898, à Lyon*. Note de M. Ch. André, présentée par M. Lœwy.

« La préparation de cette occultation a été faite par M. Lagrula et les observations par M. Le Cadet (GLC) à l'équatorial coudé et M. Guillaume (JG) à l'équatorial Brunner; les immersions avaient lieu sur le bord obscur, alors invisible, et les émersions sur le bord éclairé.

» Les conditions d'observation ont été assez favorables et la définition généralement bonne; mais il y avait dans le Ciel d'assez fréquents passages de cirrus, assez épais pour rendre invisibles les étoiles de 8e-9e grandeur.

Cat. Wolf.	Désignation.	Gr.	Observ.	Immersions T. M. Paris.	Émersions T. M. Paris.
66	17 *b* Taureau....	4,5	GLC	h m s 7.17.37,5	h m s 8.44.56,7 (1)
			JG	17.37,5	57,7 (2)
62	16 *g* Taureau....	6,0	GLC	38. 9,1	
			JG	9,4	
72		9,0	GLC	41 27,5 (3)	

(1) L'étoile apparaît complètement projetée sur le limbe lunaire.
(2) L'étoile reste collée sur le bord plus de 1s,5.
(3) Étoile très faible; légers cirrus.

Cat. Wolf.	Désignation.	Gr.	Observ.	Immersions T. M. Paris.	Émersions T. M. Paris.
120		8,2	GLC	h m s 8.56.51,1	
120		8,2	JG	51,4	
105	An. 4..........	7,5	GLC	8. 9.59,5	
			JG	59,1 (1)	
141		8,0	GLC	13.10,0	
143		8,2	GLC	14.21,7	
			JG	21,5	
115	20 *c* Taureau...	4,5	GLC	22.49,8	h m s 9.16. 5,1 (2)
			JG	50,0	7,6 (3)
151		7,8	GLC	25.41,9	
			JG	41,5	
147	23 *d* Taureau....	5,5	GLC	35.59,7	
			JG	59,9	
209		8,2	GLC	58.13,0 (4)	
212		7,0	GLC	9. 0.34,8	10.17.47 : (5)
			JG	35,0	
226		7,5	JG	7.18,5	10.34. 5 : (GLC)
227	η Taureau......	3,0	GLC	7.33,1	10.20.41,3 (6)
			JG	32,7	40,7 (7)
280		8,8	GLC	37.32,5	
			JG	32,7	
300		7,5	GLC	49.50,8	
			JG	51,0	
353		5,8	GLC	10.23.20,7	11.23.21 : } (8)
			JG	20,4	21 : } (8)
369		7,5	GLC	24.52,3	
			JG	52,7	
418		8,5	GLC	45.20,4	
			JG	20,5	

(1) Affaiblissement brusque une seconde avant la disparition.

(2) Étoile extrêmement faible. Cirrus épais.

(3) Étoile bissectée par le bord du limbe lunaire.

(4) Étoile vue en contact avec le bord du limbe.

(5) Étoile extrêmement faible; légère incertitude.

(6) Étoile bissectée par le bord, peut-être visible quelques dixièmes plus tôt sur le limbe.

(7) L'étoile réapparaît sur le limbe.

(8) Retard probable d'une seconde.

ASTRONOMIE. — *Sur les quatre grosses planètes.*
Note de M. ÉMILE ANCEAUX. (Extrait.)

« Les quatre grosses planètes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, possèdent ensemble plus des $\frac{99}{100}$ de la masse planétaire connue et, parmi elles, Jupiter et Saturne seuls ont une masse totale supérieure aux $\frac{9}{10}$ de cette masse planétaire. Il semble donc naturel de considérer le système de ces quatre planètes comme un monde à part, indépendant des autres planètes, relativement petites, dont il est séparé par une ceinture de planètes télescopiques, plus petites encore.

» J'ai recherché si, en raison de leur importance, les masses des quatre grosses planètes n'auraient pas quelque influence sur la répartition de ces astres, quant à leurs distances au Soleil.

» Le calcul m'a conduit aux énoncés suivants :

» Les masses de Jupiter et de Saturne sont inversement proportionnelles aux carrés des grands axes de leurs orbites ;

» La masse de Jupiter est à la somme des masses d'Uranus et de Neptune comme l'inverse du carré du grand axe de Jupiter est à la somme des inverses des carrés des grands axes d'Uranus et de Neptune ;

» La masse de Jupiter est à la somme des masses des quatre planètes comme l'inverse du carré du grand axe de Jupiter est à la somme des inverses des grands axes des quatre planètes.

» Comme conséquences mécaniques, j'en déduis que :

» Les moments d'inertie moyens de Jupiter et de Saturne, rapportés au Soleil, sont égaux entre eux;

» Les accélérations produites sur les mouvements angulaires de Jupiter et de Saturne par l'attraction réciproque des deux planètes sont égales et de signe contraire, lorsque ces planètes sont à leur moyenne distance du Soleil;

» Les produits des masses de Jupiter et de Saturne par les aires décrites sont dans le même rapport que les moyens mouvements de ces planètes;

» Les accélérations moyennes de l'attraction solaire sur Jupiter et sur Saturne sont proportionnelles aux masses attirées (¹);

(¹) Cette règle semble paradoxale, au premier abord, parce que l'on est habitué à considérer ces accélérations comme proportionnelles à la masse attirante et indépen-

» L'accélération moyenne de l'attraction solaire sur Jupiter est à la somme des accélérations moyennes produites sur Uranus et Neptune comme la masse de Jupiter est à la somme des masses d'Uranus et de Neptune.

» *Conclusions.* — L'ensemble des relations que j'ai signalées entre les masses des quatre grosses planètes et les grands axes de leurs orbites révèle une harmonie manifeste, à laquelle le groupe des deux planètes principales prend une part dominante. Bien que ces résultats soient, à la vérité, simplement empiriques, ils subissent, sans le secours d'aucune hypothèse nouvelle, les épreuves de la vérification numérique, avec assez de précision pour qu'il soit bien difficile de croire à des coïncidences accidentelles et à un pur effet du hasard. La loi des masses de Jupiter et de Saturne, réciproques aux carrés des grands axes, mériterait surtout, par la simplicité de sa forme, par la rigueur de sa vérification et par l'intérêt de ses conséquences mécaniques, de fixer sérieusement l'attention et de recevoir la consécration de la théorie.

» La raison d'être de cette harmonie pourrait se rechercher, soit dans les conditions de stabilité du système, soit dans les circonstances qui ont présidé à la formation des planètes. S'il était possible de la rattacher à cette dernière cause, cette étude ne manquerait pas sans doute d'apporter quelque lumière dans la Cosmogonie du monde solaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des fonctions analytiques uniformes.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Soit $F(z)$ une fonction analytique, uniforme dans tout son domaine d'existence D. Est-il possible de la représenter à l'aide d'une série unique qui converge en tout point z où $F(z)$ est holomorphe? Le théorème aujourd'hui classique de M. Mittag-Leffler résout complètement cette question si la fonction $F(z)$ n'a dans le plan que des points singuliers *isolés* [1] ou plus généralement si les points singuliers de F forment un ensemble énumérable.

dantes des masses attirées; mais, dans le cas présent, les masses n'interviennent que pour représenter l'influence des distances.

[1] J'appelle point singulier *isolé* $z = a$ tout point tel qu'un cercle de centre a et de rayon suffisamment petit ne renferme à son intérieur d'autre point singulier que le point a.

» Mais on sait que l'ensemble E des points singuliers de $F(z)$ n'est pas nécessairement énumérable. Cet ensemble peut comprendre des aires (espaces lacunaires), des lignes, ou enfin des ensembles parfaits, non continus, de points. Par exemple, les fonctions fuchsiennes de la troisième famille sont des fonctions uniformes, définies dans tout le plan, sans lignes singulières, admettant des points singuliers dont aucun n'est isolé; l'ensemble de ces points singuliers est un ensemble parfait discontinu. Il n'existe jusqu'ici, à ma connaissance, aucun mode général de représentation de telles fonctions. C'est ce qui donne peut-être quelque intérêt au théorème suivant :

» Théorème A. — *Toute fonction* $F(z)$, *uniforme dans un domaine naturel d'existence, est représentable par une série de fractions rationnelles*

$$F(z) = \Sigma R_n(z), \tag{1}$$

la série convergeant absolument et uniformément dans toute portion du plan où $F(z)$ *est holomorphe.*

» Il n'est nullement indispensable, pour que le théorème subsiste, de se limiter au domaine *naturel* de la *même* fonction analytique. Soit, plus généralement, $P(x,y) + iQ(x,y)$ une quantité qui, pour tout point $z = x + iy$ (sauf pour des points dits *exceptionnels*), a une valeur unique, définissant une fonction analytique de z holomorphe, pour la valeur considérée. Soient D l'ensemble des points où $F(z) = P + iQ$ est holomorphe, E l'ensemble des points exceptionnels ou *singuliers;* E peut comprendre des aires, des lignes, des ensembles parfaits, des points isolés. En particulier, si D se décompose en aires distinctes, $F(z)$ peut définir, dans ces diverses aires, des fonctions analytiques différentes. Je donnerai, avec M. Mittag-Leffler, à $F \equiv P + iQ$ le nom d'*expression analytique* [1] *uniforme.*

» Ceci posé, on peut énoncer ce théorème :

» *Toute expression analytique uniforme* $F(z)$ *est représentable par une série de fractions rationnelles*

$$F(z) = \Sigma R_n(z), \tag{1}$$

[1] Observons que l'expression $F(z)$ n'est pas nécessairement définie partout à l'aide du même symbole, mais peut être définie par des symboles ou des conventions entièrement quelconques, variant quand on passe d'une certaine région du plan à une autre.

la série convergeant absolument et uniformément dans toute aire du plan où $F(z)$ *est holomorphe.*

» Le développement (1) est possible d'une infinité de façons. Ses coefficients s'obtiennent à l'aide d'intégrales définies, comme ceux d'une série de Laurent.

» Les pôles des $R_n(z)$ font partie des points singuliers de $F(z)$. On peut toujours faire en sorte : 1° que ces pôles soient tous simples, sauf ceux qui coïncident avec des points singuliers *isolés* de F; 2° que chaque pôle de F ne figure que dans un terme R_n. En particulier, *si l'ensemble* E *est parfait, les* R_n *n'auront que des pôles simples.*

» Si l'ensemble E renferme des *espaces lacunaires,* on peut conduire *ad libitum* le développement (1), de façon qu'il diverge dans ces espaces lacunaires ou qu'il représente dans chacun de ces espaces une fonction uniforme arbitrairement choisie.

» Au théorème A on peut adjoindre un théorème sur la décomposition en produit :

» Théorème B. — *Toute expression analytique uniforme* $F(z)$ *est représentable par un produit infini*

$$F(z) = \prod_{n=0}^{n=\infty} \frac{L_n(z)}{M_n(z)} e^{R_n(z)}; \tag{2}$$

les L_n, M_n *sont des polynomes en* z *dont les zéros sont des zéros, des pôles ou des points singuliers de* F, *et les* $R_n(z)$, *des fractions rationnelles dont les pôles sont des singularités (non polaires) de* F. *De plus, chaque zéro et chaque pôle de* F *ne figurent que dans un terme du produit.*

» On peut, d'ailleurs, donner aux développements (1) et (2) des formes différentes qui se rapprochent davantage de celles de M. Mittag-Leffler. Pour nous borner au cas le plus simple, représentons par $\chi(u)$ une série *entière* en u convergeant dans tout le plan et nulle pour $u = 0$, par α_i un des points singuliers *isolés* de F. La fonction $F(z)$ se laisse développer sous la forme

$$F(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \left[\chi_n\left(\frac{1}{z-\alpha_n}\right) + R_n(z) \right],$$

la série convergeant dans tout le domaine D, et les fractions rationnelles $R_n(z)$ n'ayant pour pôles que des points singuliers non isolés de F. Le développement en produit comporte une forme analogue. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries représentant les intégrales des équations différentielles.* Note de M. **Paul Staeckel**, présentée par M. E. Picard.

« Dans son *Traité d'Analyse* (t. II, p. 304, et t. III, p. 90), M. Picard a fait une intéressante comparaison des résultats fournis par les deux théorèmes suivants de Cauchy, relatifs à l'existence des intégrales des équations différentielles :

» I. *Soit $f(x, y)$ une fonction réelle des deux variables réelles x et y, continue dans le voisinage d'un certain système de valeurs x_0, y_0, correspondant à*

$$(1) \qquad |x - x_0| < a, \qquad |y - y_0| < b.$$

Soit A *une quantité positive satisfaisant aux inégalités*

$$A \leqq a, \qquad AM \leqq b,$$

en appelant M *la valeur absolue maxima de $f(x, y)$, pour les points du domaine* (1). *Alors il existe une fonction continue y de x satisfaisant à l'équation différentielle*

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y),$$

définie pour toute valeur de x telle que $|x - x_0| < A$ et prenant pour $x = x_0$ la valeur y_0.

» II. *Soit $f(x, y)$ une fonction analytique de x et y, holomorphe quand x et y sont respectivement à l'intérieur et sur la circonférence des cercles décrits des points x_0 et y_0 comme centres avec les rayons a et b. Soit* M *le module maximum de la fonction $f(x, y)$ dans ce domaine. Alors l'équation*

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

admet une intégrale holomorphe dans le cercle de rayon

$$\rho = a\left(1 - e^{-\frac{b}{2Ma}}\right),$$

ayant le point x_0 pour centre, intégrale qui, pour $x = x_0$, se réduit à y_0.

» La fonction $f(x, y)$ étant holomorphe, on peut encore appliquer la première méthode de Cauchy, et c'est en s'appuyant sur cette remarque

que M. Picard démontre que l'*on peut certainement fixer, pour le domaine de convergence de l'intégrale y, un champ plus grand que celui auquel on a été conduit par le théorème II.*

» La proposition de M. Picard est au premier abord paradoxale, car une hypothèse particulière sur la nature de la fonction $f(x, y)$ aurait dû élargir, au lieu de resserrer le domaine où est définie la solution y. Voici ce qui me paraît lever cette difficulté.

» La démonstration du théorème II repose essentiellement sur les inégalités connues

$$(A) \qquad \frac{1}{p!\,q!}\left|\left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p\,\partial y^q}\right)_{x_0,y_0}\right| < \mathrm{M}a^{-p}b^{-q}.$$

» Or je dis que ces inégalités peuvent être remplacées par d'autres tout à fait analogues, qui en laissant subsister la démonstration mot pour mot ont l'effet de produire un rayon de convergence ρ' sensiblement plus grand que ρ.

» Le seul fait de la convergence de la série de Taylor

$$\sum_{p,q}\left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p\,\partial y^q}\right)_{x_0,y_0}\frac{(x-x_0)^p}{p!}\frac{(y-y_0)^q}{q!},$$

pour $|x-x_0| = a$, $|y-y_0| = b$, entraîne la conséquence qu'il existe une quantité finie positive G telle que

$$\left|\left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p\,\partial y^q}\right)_{x_0,y_0}\right|\frac{a^p}{p!}\frac{b^q}{q!} \leqq \mathrm{G} \qquad (p, q = 0, 1, \ldots, \infty),$$

où l'on doit prendre le signe de l'égalité au moins pour un système des nombres p, q. En effet, δ étant une quantité positive aussi petite qu'on voudra, on pourra déterminer des nombres p_0, q_0 tels que

$$\left|\left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p\,\partial y^q}\right)_{x_0,y_0}\right|\frac{a^p}{p!}\frac{b^q}{q!} < \delta \qquad (p > p_0,\ q > q_0),$$

et alors G est la plus grande des $(p_0+1)(q_0+1)+1$ quantités δ et

$$\left|\left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p\,\partial y^q}\right)_{x_0,y_0}\right|\frac{a^p}{p!}\frac{b^q}{q!} \qquad \left(\begin{matrix} p = 0, 1, \ldots, p_0 \\ q = 0, 1, \ldots, q_0 \end{matrix}\right).$$

» Donc, on a

$$(B) \qquad \frac{1}{p!\,q!}\left|\left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p\,\partial y^q}\right)_{x_0,y_0}\right| \leqq \mathrm{G}a^{-p}b^{-q}.$$

» Au moyen des inégalités (B) on trouve le rayon de convergence

$$\rho' = a\left(1 - e^{-\frac{b}{2Ga}}\right) > \rho.$$

» Considérons un exemple assez instructif. Soit

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{(1-x)(1-y)}$$

et $x_0 = 0$, $y_0 = 0$. Les conditions du théorème I sont remplies pour $a = b = \varepsilon$, $0 < \varepsilon < 1$. On trouve

$$M = \frac{1}{(1-\varepsilon)^2}, \qquad A = \varepsilon(1-\varepsilon)^2.$$

» La valeur maxima de A, obtenue pour $\varepsilon = \frac{1}{3}$, est

$$A_{max} = 0,148, \ldots.$$

» Les conditions du théorème II sont encore $a = b = \varepsilon$. On trouve

$$M = \frac{1}{(1-\varepsilon)^2}, \qquad \rho = \varepsilon\left(1 - e^{-\frac{1}{2}(1-\varepsilon)^2}\right) < 0,148, \ldots$$

et

$$G = 1, \quad \rho' = \varepsilon\left(1 - e^{-\frac{1}{2}}\right) = \varepsilon . 0,393, \ldots.$$

» Mais la différence $1 - \varepsilon$ pouvant être choisie aussi petite qu'on voudra, la solution y, qui satisfait à l'équation proposée, doit converger à l'intérieur du cercle de rayon

$$1 - e^{-\frac{1}{2}}.$$

» Dans ce cas, la modification du théorème II donne le véritable rayon de convergence de la série y. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales irrégulières des équations différentielles linéaires.* Note de M. **J. Horn**, présentée par M. E. Picard.

« M. Fuchs (*Annali di Matematica*; 1870) a employé une méthode d'approximations successives pour obtenir un développement en série d'une intégrale d'une équation linéaire, valable pour tout point x non singulier. (Comparez les méthodes d'approximations successives de M. Picard.) Une

modification convenable de cette méthode fournit un développement très propre pour démontrer et approfondir les propriétés des intégrales irrégulières que M. Poincaré (*Amer. Journ.*, t. XII; *Act. math.*, t. XIII) a traitées, pour les équations à coefficients rationnels, au moyen de la transformation de Laplace.

» Je me borne ici à indiquer le principe de la recherche dans un cas simple, me réservant de traiter le problème général dans un Mémoire développé.

» L'équation

$$D(y) \equiv \frac{d^2y}{dx^2} + \left(a_0 + \frac{a_1}{x} + \frac{a_2}{x^2} + \ldots\right)\frac{dy}{dx} + \left(b_0 + \frac{b_1}{x} + \frac{b_2}{x^2} + \ldots\right)y = 0,$$

dont les coefficients sont des séries convergentes pour $|x|$ suffisamment grand, est satisfaite formellement par les séries normales de M. Thomé

$$S_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1}\left(A_0 + \frac{A_1}{x} + \frac{A_2}{x^2} + \ldots\right),$$
$$S_2 = e^{\alpha_2 x} x^{\rho_2}\left(B_0 + \frac{B_1}{x} + \frac{B_2}{x^2} + \ldots\right),$$

qui sont, en général, divergentes.

» Je suppose les racines α_1, α_2 de l'équation $\alpha^2 + a_0\alpha + b_0 = 0$ réelles (ce qui ne restreint pas la généralité) et $\alpha_1 > \alpha_2$.

» Les fonctions

$$\varphi_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1}, \qquad \varphi_2 = e^{\alpha_2 x} x^{\rho_2}$$

satisfont à l'équation

$$D_1(y) \equiv \frac{d^2y}{dx^2} + P_1\frac{dy}{dx} + Q_1 y = 0.$$

» Posons

$$D(y) = D_1(y) - D_2(y).$$

On a

$$D_2(\varphi_i) = e^{\alpha_i x} x^{\rho_i - 2} f_i\left(\frac{1}{x}\right) \qquad (i = 1, 2).$$

» Soit u_0 une intégrale de $D_1(y) = 0$, par exemple $u_0 = \varphi_1$. Les équations de M. Fuchs

$$D_1(u_m) = D_2(u_{m-1}) \qquad (m = 1, 2, 3, \ldots)$$

donnent

$$u_m = \sum_{i=1}^{2} \varphi_i \int_{-\infty}^{x} D_2(u_{m-1})\frac{\Delta_i(x)}{\Delta(x)}\,dx,$$

où l'on a posé

$$\Delta = \varphi_1\varphi_2' - \varphi_2\varphi_1'; \qquad \Delta_1 = \varphi_2, \qquad \Delta_2 = -\varphi_1.$$

» Le chemin d'intégration part de l'infini avec un argument compris entre $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$ et évite les points singuliers. En modifiant convenablement la démonstration de M. Fuchs, on voit que la série

$$y_1 = u_0 + u_1 + u_2 + \ldots$$

converge pour tout point x non singulier et représente une intégrale de $D(y) = 0$. Pour notre but, il importe de savoir qu'elle est absolument et uniformément convergente pour $|x| > r$, $-\frac{\pi}{2} + \delta < \arg x < \frac{5\pi}{2} - \delta$, δ désignant une quantité positive arbitrairement petite et r une quantité suffisamment grande.

» La remarque suivante sert à étudier les termes de cette série : En intégrant par parties, on trouve (α étant réel et positif) l'équation formelle

$$I = \int_{-\infty}^{x} e^{\alpha x} x^{\rho}\left(c_0 + \frac{c_1}{x} + \frac{c_2}{x^2} + \ldots\right) dx = e^{\alpha x} x^{\rho}\left(C_0 + \frac{C_1}{x} + \frac{C_2}{x^2} + \ldots\right)$$

avec ce sens : l'intégrale I est représentée asymptotiquement par la série du second membre, c'est-à-dire, lorsque l'on pose

$$I = e^{\alpha x} x^{\rho}\left(\sum_{\nu=0}^{n} \frac{C_\nu}{x^\nu} + \frac{\varepsilon_n}{x^n}\right),$$

ε_n tend vers zéro, x allant à l'infini avec un argument entre $-\frac{\pi}{2}$ et $\frac{5\pi}{2}$. Il suffit pour cela que la fonction à intégrer soit représentée asymptotiquement, dans le même domaine, par la série

$$e^{\alpha x} x^{\rho}\left(c_0 + \frac{c_1}{x} + \frac{c_2}{x^2} + \ldots\right)$$

qui peut être divergente.

» D'abord on a une expression de la forme

$$u_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1} \int_{-\infty}^{x} x^{-2} f_1\left(\frac{1}{x}\right) dx + e^{\alpha_2 x} x^{\rho_2} \int_{-\infty}^{x} e^{(\alpha_1-\alpha_2)x} x^{\rho_1-\rho_2-2} f_2\left(\frac{1}{x}\right) dx$$

qui est représentée asymptotiquement par la série

$$e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1}\left(\frac{A_{11}}{x} + \frac{A_{12}}{x^2} + \frac{A_{13}}{x^3} + \ldots\right).$$

» De la même manière on trouve l'équation asymptotique

$$u_m = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1}\left(\frac{A_{mm}}{x^m} + \frac{A_{m,m+1}}{x^{m+1}} + \frac{A_{m,m+2}}{x^{m+2}} + \ldots\right)$$

pour m quelconque. En posant

$$A_\nu = A_{1\nu} + A_{2\nu} + \ldots + A_{\nu\nu},$$

on en déduit l'équation

$$\eta_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1}\left(1 + \frac{A_1}{x} + \ldots + \frac{A_n}{x^n} + \frac{\varepsilon_n}{x^n}\right);$$

ε_n tend vers zéro, x allant à l'infini avec un argument compris entre $-\frac{\pi}{2}$ et $\frac{5\pi}{2}$. Avec M. Poincaré, nous dirons que l'intégrale η_1 est représentée asymptotiquement par la série normale

$$S_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1}\left(1 + \frac{A_1}{x} + \frac{A_2}{x^2} + \ldots\right),$$

l'argument de x variant de $-\frac{\pi}{2}$ à $\frac{5\pi}{2}$.

» D'une manière analogue, on trouve une intégrale η_2 de $D(y) = 0$ qui qui est représentée asymptotiquement par la série S_2, l'argument de x variant de $-\frac{3\pi}{2}$ à $\frac{3\pi}{2}$. La recherche se continuera de la même manière que dans mon Mémoire récemment paru dans les *Math. Ann.*, t. XLIX, où j'ai traité le cas spécial de l'équation à coefficients linéaires.

» On voit que rien ne s'oppose à l'extension de la méthode employée à une équation linéaire d'ordre n qui est satisfaite par des séries normales de rang quelconque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des intégrales d'un système partiel, déterminées par certaines conditions initiales.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« A chacune des variables indépendantes et à chacune des fonctions inconnues d'un système différentiel S, faisons correspondre p entiers

positifs, nuls ou négatifs, que nous nommerons respectivement *cote première, cote seconde, ..., cote* $p^{\text{ième}}$ de cette quantité, et *supposons essentiellement que les cotes premières de toutes les variables indépendantes aient été choisies égales à un même entier positif.* Considérons ensuite une dérivée quelconque de l'une des fonctions inconnues, et nommons *cote* $q^{\text{ième}}(q = 1, 2, \ldots, p)$ de la dérivée en question l'entier obtenu en ajoutant à la cote $q^{\text{ième}}$ de la fonction inconnue les cotes $q^{\text{ièmes}}$ de toutes les variables de différentiation, distinctes ou non. Désignons, enfin, par δ, δ' deux quantités appartenant l'une et l'autre au groupe que forment les fonctions inconnues et leurs dérivées de tous ordres, par

$$c_1, \quad c_2, \quad \ldots, \quad c_p,$$
$$c'_1, \quad c'_2, \quad \ldots, \quad c'_p,$$

les cotes respectives de ces quantités, et convenons de dire que la seconde, δ', est *régulière* ou *irrégulière* par rapport à la première, δ, suivant que les différences

$$c_1 - c'_1, \quad c_2 - c'_2, \quad \ldots, \quad c_p - c'_p$$

satisfont ou non à la double condition : 1° que ces différences ne soient pas toutes nulles; 2° que la première d'entre elles non égale à zéro soit positive.

» Supposons, d'autre part, que les circonstances suivantes se trouvent simultanément réalisées dans le système S : 1° Ce système, impliquant g fonctions inconnues et composé de g équations, est résolu par rapport à g dérivées appartenant respectivement aux g fonctions inconnues, et ces g dérivées, non plus que leurs propres dérivées, ne figurent dans aucun des seconds membres; 2° toute fonction inconnue, ou dérivée de fonction inconnue figurant *effectivement* dans le second membre d'une équation du système, possède une cote première au plus égale à celle du premier membre correspondant.

» Finalement, dressons, pour chaque équation du système S, la liste des diverses quantités (fonctions inconnues ou dérivées de fonctions inconnues) qui, figurant effectivement dans le second membre, se trouvent être irrégulières vis-à-vis du premier; égalons à zéro les dérivées premières de chaque second membre, prises par rapport aux quantités irrégulières correspondantes, et désignons par (A) le groupe des équations ainsi obtenues.

» Cela étant :

» I. Si le groupe des équations (A) n'existe pas, ou, en d'autres termes,

si aucun des seconds membres du système S ne contient de quantité qui soit irrégulière vis-à-vis du premier membre correspondant, le système S rentre, comme cas particulier, dans une catégorie de systèmes différentiels que j'ai examinée récemment ([1]); on peut alors savoir, par la simple connaissance des premiers membres de S, quelles fonctions ou constantes arbitraires il convient de se donner d'avance pour pouvoir construire *a priori* les développements d'intégrales hypothétiques du système, et l'on prouve que ces développements, dans la construction desquels on ne rencontre aucune incompatibilité, sont nécessairement convergents, ce qui assure l'existence effective des intégrales.

» II. *Le groupe des équations* (A) *étant supposé exister, si l'on impose à des intégrales hypothétiques du système* S *un ensemble de conditions initiales présentant la même économie que dans le cas précédent, et arbitrairement choisies sous la seule restriction que les équations* (A) *se trouvent numériquement vérifiées par les valeurs initiales des quantités qui y figurent, les développements de ces intégrales par la formule de Taylor, à partir des valeurs initiales choisies pour les variables, peuvent encore être construits* a priori *sans incompatibilité, et sont encore nécessairement convergents.*

» En supposant, dans ce dernier énoncé, le nombre des fonctions inconnues égal à 1, celui des variables indépendantes égal à 2, et attribuant à celles-ci des cotes secondes distinctes, on retrouve un résultat récemment exposé par M. Goursat ([2]). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes de surfaces triplement orthogonales où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure.* Note de M. **Maurice Fouché**, présentée par M. Darboux.

« Le système sera défini si l'on met l'élément linéaire de l'espace sous la forme

$$ds^2 = A^2\,du^2 + B^2\,dv^2 + C^2\,dw^2.$$

» Désignons par p, q, r, p_1, q_1, r_1, p_2, q_2, r_2 les rotations du trièdre des trois normales autour de chacune de ses trois arêtes, relativement à chaque

([1]) Voir les *Comptes rendus* du 27 décembre 1897. Dans le résultat que j'ai formulé à cette date, j'ai supposé égales à 1 les cotes premières de toutes les variables indépendantes; mais le résultat dont il s'agit ne cesse pas d'être exact quand on les suppose toutes égales à un même entier positif.

([2]) Voir les *Comptes rendus* du 2 novembre 1897.

variable. On reconnaît d'abord, par le théorème de Dupin, que les trois rotations p, q_1, r_2 sont nulles. Les six autres sont les quantités désignées par β dans les notations de M. Darboux (¹). Si l'on veut que la position du trièdre ne dépende que de *deux* paramètres au lieu de *trois*, on reconnaîtra, par des considérations analogues à celles que j'ai expliquées dans une Note du 25 novembre 1895, que la condition est que le déterminant des neuf rotations soit nul, condition qui se réduit ici à

$$p_1 q_2 r + p_2 q r_1 = 0. \tag{1}$$

» Si l'une des rotations est nulle, on trouve des surfaces parallèles avec leurs normalies développables, ou les surfaces engendrées par un réseau rectangulaire plan, lorsque le plan roule sur une développable (surfaces moulures généralisées).

» Si aucune des rotations n'est nulle, l'analyse de la question, faite au moyen des équations bien connues qui relient les rotations, conduit à ce que les six rotations sont des fonctions des différences $u - v$, $u - w$ des variables u, v, w. De là résulte que toutes les surfaces obtenues en donnant à w, par exemple, diverses valeurs particulières, ont toutes la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, et le théorème :

» *Dans un système de surfaces triplement orthogonales, si les surfaces d'une même famille ont la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, il en sera de même de celles des deux autres familles.*

» Si je désigne par ρ_u, ρ'_v, ..., les rayons des courbures des sections normales faites dans les surfaces tangentiellement aux courbes obtenues en faisant varier u, v ou w seule, on aura :

$$\rho_v = \frac{B}{r_1}, \qquad \rho'_w = \frac{C}{p_2}, \qquad \rho'_u = \frac{A}{q},$$
$$\rho_w = -\frac{C}{q_2}, \qquad \rho_u = -\frac{A}{r}, \qquad \rho'_v = -\frac{B}{p_1}.$$

» On remarquera, du reste, que les centres de courbure correspondant à ces rayons sont aussi les centres de courbure géodésique des lignes correspondantes considérées comme tracées respectivement sur la surface dont le plan tangent contient à la fois la tangente à la courbe correspondante et le rayon de courbure correspondant.

(¹) DARBOUX, *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 188.

» L'équation (1) exprime alors une relation remarquable entre les six rayons de courbure, savoir :

$$\rho_u \rho'_v \rho''_w = \rho_v \rho'_w \rho''_u. \tag{2}$$

» Sur les arêtes du trièdre des trois normales au point M se trouvent répartis les six centres de courbure principaux que nous désignerons par X_v, X_w ; X'_w, X'_v ; X''_u, X''_v, les indices et les accents correspondant à ceux des valeurs de ρ.

» La droite $X'_u X''_u$ située dans le plan tangent à la surface $u =$ const. est l'axe de courbure de la courbe obtenue en faisant varier u seule, c'est-à-dire l'axe de courbure de la trajectoire orthogonale des surfaces $u =$ const.

» La droite $X'_w X''_v$, située dans le même plan tangent est celle qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure de la surface $u =$ const.

» Supposons qu'on laisse X''_u et X'_w fixes, et qu'on déplace les points X'_u et X''_v de manière que le produit $MX'_u . MX''_v$ reste invariable; menons du point X''_u une perpendiculaire à $X'_u X''_u$ jusqu'à sa rencontre Y avec la droite $X'_w X''_v$. On reconnaîtra que le point Y, intersection des rayons conjugués de deux faisceaux homographiques, décrit une conique qui passe par M et dont $X''_u X'_w$ est un diamètre. Donc les directions des droites $X''_u Y$ et $X'_w Y$ sont conjuguées. Les axes de cette conique sont parallèles aux deux droites rectangulaires MX''_u, MX'_w, et on aura leur rapport en écrivant que le produit des coefficients angulaires des deux droites conjuguées $X'_u X''_u$ et $X''_u Y$ est égal à $-\frac{b^2}{a^2}$.

» On trouve ainsi, en tenant compte de l'équation (2), que cette conique est l'indicatrice de la surface, d'où ce théorème :

» *Dans tout système de surfaces triplement orthogonales où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique des lignes de courbure, l'axe de courbure de la trajectoire orthogonale des surfaces de l'une des familles correspondant au point* M *et la perpendiculaire à la droite qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure de la surface de cette famille qui passe au point* M *sont deux directions conjuguées par rapport à cette surface.*

» On déduit de là une démonstration fort simple du théorème établi par M. Petot (*Comptes rendus*, 22 juin 1891) au sujet des systèmes où l'une des familles est composée de surfaces homothétiques, systèmes qui sont un cas particulier des précédents.

» Soit, en effet, M un point de la surface (S), M′ le point infiniment voisin de la trajectoire orthogonale (T), O le centre d'homothétie et M″ le point de (S) homologue de M′. Le plan tangent en M″ est par hypothèse parallèle au plan tangent en M′ à la surface voisine de (S), c'est-à-dire au plan normal à la trajectoire orthogonale. Donc l'axe de courbure de (T) est parallèle à l'intersection des deux plans tangents en M et M″, et sa direction est conjuguée de la ligne MM″. Donc, d'après le théorème précédent, MM″ est perpendiculaire à la droite qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure de S. Donc, enfin, le plan OMM′ qui contient la normale est perpendiculaire à la droite (T), ce qui est le théorème de M. Petot.

» L'analyse précédente y ajoute cependant quelque chose. Si l'on appelle *projection* d'une trajectoire orthogonale sur la surface (S) l'intersection de cette surface avec le cône passant par la trajectoire orthogonale et ayant son sommet au centre d'homothétie, on reconnaît que :

» *La projection d'une trajectoire orthogonale des surfaces* (S) *sur l'une de ces surfaces est, en chaque point, conjuguée par rapport à la surface de la direction de l'axe de courbure de cette trajectoire correspondant au point projeté, et elle est en chaque point perpendiculaire à la droite qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure au point considéré.*

» Un théorème analogue s'applique évidemment au cas où les surfaces d'une même famille sont engendrées par la translation de l'une d'entre elles.

» Je me propose de développer ces considérations dans un travail détaillé, actuellement en préparation. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le fondement de la Géométrie projective.* Note de M. H.-G. Zeuthen, présentée par M. Darboux.

« Après mes Communications des 2 et 29 novembre 1897, j'ai achevé un fondement de la Géométrie projective complet et différent de celui de von Staudt. Cependant je n'y parviens qu'en empruntant à l'intuition un postulat qui a égard, de même que celui que demande l'achèvement de la démonstration de von Staudt, à la continuité géométrique, mais qui en diffère pourtant essentiellement. Tandis que celui de von Staudt fait la base de l'introduction des mesures projectives, le mien a un caractère plus graphique.

» Ce que je demande, c'est l'*existence des surfaces gauches*, et je regarde

comme évidente la propriété suivante de ces surfaces : la courbe d'intersection avec un plan γ passant par une génératrice C non singulière se compose de C et d'une courbe résidue rencontrant C en un point c qui se mouvra sur cette génératrice fixe en même temps que le plan γ tourne autour d'elle. La courbe résidue étant le lieu des traces des autres génératrices de la surface, la tangente en c à cette courbe sera la position limite de la droite du plan γ qui rencontre à la fois C et deux autres génératrices tendant à coïncider avec elle. Par un choix convenable de la surface gauche on peut obtenir que cette tangente passe par un point donné du plan γ.

» Cela admis, pour parvenir à la génération double du lieu des droites rencontrant trois directrices fixes, on n'aura besoin que des deux lemmes suivants :

» Dans l'énoncé du premier, je regarde comme *correspondants les sommets d'un quadrigone complet et les triangles formés par les côtés d'un quadrilatère complet,* ce qui amène la correspondance analogue des triangles formés par les sommets du quadrigone avec les côtés du quadrilatère. Alors, le côté qui joint entre eux deux sommets du quadrigone sera *homologue* au sommet commun aux deux triangles qui y correspondent dans le quadrilatère.

» I. *Si cinq sommets d'un quadrilatère complet se trouvent sur les côtés homologues d'un quadrigone complet, le sixième sommet du quadrilatère se trouvera aussi sur le sixième côté du quadrigone.*

» On le voit en regardant le quadrigone comme projection d'un tétraèdre; alors le quadrilatère sera la projection d'une section plane.

» Dans ce qui suit, je désignerai par a, b, c trois sommets du quadrilatère qui forment un triangle, par d, e, f les trois sommets opposés.

» II. *Si les cinq sommets a, b, c, d, e d'un quadrilatère complet se trouvent respectivement sur cinq droites données* A, B, C, D, E *qui ne se rencontrent pas, le lieu du sixième sommet f sera une droite* F.

» Si l'on projette (comme dans ma Communication du 2 novembre) la figure du point d'intersection d'une droite rencontrant A, B, C avec une droite rencontrant C, D, E, ce lemme sera une conséquence du précédent.

» Prenons maintenant pour droites C, D, E trois génératrices consécutives d'une surface gauche. Alors le plan γ du quadrilatère passera par la droite fixe C; ses sommets c, d, e se confondront en un point de cette droite, et la droite def sera tangente à la courbe résidue du plan γ. La droite abf rencontrera les trois droites données, A, B, C, et encore son point f parcourra une droite F. Or, on peut obtenir, par un choix conve-

nable de la surface gauche, que f devienne un point quelconque d'une position donnée de ab. On peut donc faire passer par tous ses points des droites rencontrant toutes les droites qui rencontrent A, B, C. La double génération du lieu de ces dernières droites est donc démontrée.

» On obtiendrait la même chose en prenant pour droites B, C, D trois génératrices consécutives d'une surface gauche. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de refroidissement d'une barre hétérogène.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Poincaré.

« 1. Ce problème peut être ramené à l'intégration de l'équation

$$(1)\qquad \frac{d^2V}{dx^2} + [kp(x) - q(x)]V = 0, \qquad a < x < b \qquad (b > a > 0),$$

jointe aux conditions

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{dV}{dx} - hV = 0 & \text{pour} \quad x = a, \\ \dfrac{dV}{dx} + HV = 0 & \text{pour} \quad x = b. \end{cases}$$

p et q sont des fonctions positives, k, h et H sont des constantes positives. On sait qu'il existe une infinité des nombres positifs k_s ($s = 1, 2, \ldots$) et des fonctions correspondantes U_s ($s = 1, 2, \ldots$), satisfaisant aux conditions (1) et (2). La solution du problème se représentera sous la forme

$$U = \sum_{s=1}^{\infty} e^{-k_s t} U_s \int_a^b p(x)\varphi(x) U_s dx,$$

où $\varphi(x)$ est une fonction donnée.

» En considérant ce problème dans son *Cours d'Analyse*, M. Jordan dit : « Si cette série est convergente (pour $t = 0$) et a bien pour somme » $\varphi(x)$, ..., le problème sera résolu ; mais pour s'en assurer, il serait né- » cessaire de sommer directement la série. Ce résultat n'a encore été » atteint que dans quelques cas particuliers. » Dans cette Note, nous allons indiquer la solution rigoureuse de ce problème sous certaines conditions, assez générales, par rapport à la fonction $\varphi(x)$.

» 2. En suivant une voie ouverte par M. Poincaré, on peut démontrer que, si f est une fonction *finie* et *continue*, la fonction V, satisfaisant aux

conditions

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2V}{dx^2} + [kp(x) - q(x)]V + f = 0, \\ \dfrac{dV}{dx} - hV = 0 \quad \text{pour} \quad x = a, \qquad \dfrac{dV}{dx} + HV = 0 \quad \text{pour} \quad x = b, \end{cases}$$

est une fonction méromorphe de k qui n'admet que des pôles simples $k = k_s (s = 1, 2, \ldots)$. On peut démontrer ensuite le lemme suivant :

» *Si f satisfait à la condition*

$$\int_a^b f U_s dx = 0,$$

le point $k = k_s$ est un point simple de la fonction V.

Cela posé, reprenons la fonction $\varphi(x)$ et posons

$$\varphi(x) = \sum_{s=1}^{m} A_s U_s + R_m, \qquad A_s = \int_a^b p(x)\varphi(x) U_s dx.$$

» Il est presque évident que

$$\int_a^b p(x) R_m U_s dx = 0 \qquad (s = 1, 2, \ldots, m),$$

et que

$$S_m = \int_a^b p(x) R_m^2 dx$$

est une fonction décroissante de m.

» Supposons que f est égal à $p(x)R_m$. D'après le lemme précédent, la série $\sum_{0}^{\infty} k_s V_s$, présentant l'intégrale de l'équation (3) converge, pourvu que $|k| < k_m$. En employant les intégrales de M. Schwarz, on peut démontrer que

$$S_m < k_m^2 L \int_a^b V_1^2 dx,$$

L étant un nombre positif.

» Si la série $\sum_{s=1}^{\infty} A_s U_s$ converge *uniformément*, la limite de R_m (pour $m = \infty$) est une fonction finie et continue, et l'inégalité (2) nous donne

$$\lim V_1 = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \lim R_m = 0.$$

Par conséquent *la série $\sum_{s=1}^{\infty} A_s U_s$ représentera la fonction $\varphi(x)$ toutes les fois qu'elle convergera uniformément.*

» 3. Cherchons les conditions de convergence de cette série.

» On peut démontrer les inégalités suivantes :

$$(4)\qquad k_n > M(n+1)^2,$$

$$(5)\qquad |U_s| < k_s Q,$$

M et Q étant des nombres positifs.

» Je remarquerai seulement que la démonstration de l'inégalité (4) est fondée sur le lemme suivant :

» *Si la fonction $u(x)$ satisfait à la condition*

$$\int_a^b u(x)\,dx = 0,$$

la limite inférieure précise *du rapport*

$$(6)\qquad \frac{\displaystyle\int_a^b \left[\frac{du(x)}{dx}\right]^2 dx}{\displaystyle\int_a^b [u(x)]^2\,dx}$$

est égale à $\frac{\pi^2}{(b-a)^2}$ [comparer le lemme fondamental de M. Poincaré (*Conti-rend. del circ. di Palermo*, 1894)]. On peut démontrer ce lemme en partant d'une identité de M. Picard (*Traité d'Analyse*, t. III, VI, § 9, p. 116). Je profite aussi de l'occasion pour remarquer que cette identité peut être très utile pour déterminer la limite inférieure *précise* du rapport (6) sous diverses conditions, imposées sur la fonction $u(x)$.

» Supposons que $\varphi(x)$ satisfait aux conditions

$$(7)\qquad \frac{d\varphi(x)}{dx} - h\varphi(x) = 0 \quad \text{pour} \quad x = a, \qquad \frac{d\varphi(x)}{dx} + H\varphi(x) = 0 \quad \text{pour} \quad x = b$$

et que $\frac{d^2\varphi(x)}{dx^2}$ et $\frac{d^3\varphi(x)}{dx^3}$ existent. On a

$$A_s = \frac{\displaystyle\int_a^b \psi U_s\,dx}{k_s} = \frac{B_s}{k_s}, \qquad \psi = q(x)\varphi(x) - \frac{d^2\varphi(x)}{dx^2}.$$

» Par conséquent

$$|A_s U_s| < Qk_s\frac{|B_s|}{k_s} < \frac{Q}{2}\left(k_s B_s^2 + \frac{1}{k_s}\right).$$

» On peut démontrer que la série $\sum_{s=1}^{\infty} k_s B_s^2$ converge. La série $\sum_{s=1}^{\infty}\frac{1}{k_s}$

converge d'après l'inégalité (4). Il résulte de là que la série $\sum_{1}^{\infty} A_s U_s$ converge absolument et uniformément.

» Donc *la série* $\sum_{s=1}^{\infty} A_s U_s$ *représentera la fonction* $\varphi(x)$ *toutes les fois que cette fonction sera finie et continue avec ses dérivées des trois premiers ordres et satisfera aux conditions* (7).

» On peut appliquer la même méthode pour démontrer la possibilité du développement d'une fonction donnée suivant les fonctions V_s, satisfaisant aux conditions

$$\frac{d^2 V_s}{dx^2} + \frac{d^2 V_s}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V_s}{\partial z^2} + k_s V_s = 0 \text{ à l'intérieur d'un domaine (D),}$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} + hV = 0 \text{ à la frontière,}$$

où h est une constante positive. Il importe de remarquer que la méthode proposée est aussi applicable dans les cas de $h = 0$, $h = \infty$. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Note de M. A. Leduc [1] présentée par M. Lippmann.

« On assimile trop souvent les gaz réels aux gaz parfaits. C'est ainsi qu'on donne toujours de la loi du mélange des gaz l'énoncé suivant, en contradiction avec l'expérience de Berthollet [2] qu'il est supposé traduire :

» *La pression d'un mélange de gaz est égale à la somme des pressions que prendrait chacun d'eux s'il occupait seul le récipient* à la même température.

» *A priori*, cette loi est peu vraisemblable. Supposons, en effet, que l'on répète l'expérience de Berthollet en mettant dans les deux ballons du gaz carbonique; il est clair que la diffusion ne peut amener aucun changement de pression.

» Remplaçons dans l'un CO^2 par Az^2O, qui a sensiblement les mêmes

(1) Laboratoire de Physique (Enseignement) à la Sorbonne.

(2) Il résulte des expériences de Regnault et des miennes que, si cet énoncé était exact, Berthollet aurait dû constater une augmentation de pression de $1^{mm},1$. J'admettrais volontiers que cette augmentation eût pu échapper à Berthollet; mais il conviendrait alors de donner cet énoncé *malgré* et non *à cause de* cette expérience.

constantes critiques et même masse moléculaire, et d'ailleurs la même atomicité.

» On ne prévoit pas que la diffusion mutuelle de ces molécules, qui paraissent physiquement identiques, puisse donner lieu à une variation de pression, tandis que la loi énoncée plus haut fait prévoir une augmentation de pression de $2^{mm},6$. L'expérience nous montrera tout à l'heure que cette augmentation n'existe pas.

» Je propose donc de remplacer cette loi, qui est toujours en défaut, par la suivante, qui est rigoureuse dans certains cas et très approchée en général :

» *Le volume occupé par un mélange de gaz est égal à la somme des volumes qu'occuperaient les gaz qui le composent sous la pression et à la température du mélange.*

» J'étais arrivé, il y a longtemps déjà, par l'étude de la composition de l'air, à un énoncé équivalent :

» *Dans un mélange, chaque gaz doit être considéré comme subissant la pression totale*, et non celle qu'il prendrait s'il occupait seul le récipient.

» 1. *Air atmosphérique.* — C'est ainsi que, si l'on recherche la proportion (x en vol.) de l'oxygène contenu dans l'air privé de vapeur d'eau, de gaz carbonique, etc., en s'appuyant sur les densités de l'oxygène et de l'azote atmosphérique, on doit écrire

$$x\,1,10523 + (1 - x)\,0,97203 = 1,$$

qui donne $x = 0,21$ sensiblement, et la proportion en poids 0,2321 que j'ai trouvée directement.

» Si, au contraire, on appelle y la fraction de la pression totale due à l'oxygène, on devrait écrire, d'après la loi classique :

$$y\,1,10457 + (1 - y)\,0,97195 = 1,$$

d'où $y = 0,2112$ et la proportion en poids : 0,2333.

» Ces derniers résultats présentent avec mes expériences, ainsi que d'ailleurs avec celles de M. Schlœsing fils, des écarts inadmissibles.

» Bien que cette seule raison suffise à faire rejeter la loi dont ils dérivent, j'ai tenu à soumettre à l'expérience plusieurs autres cas particuliers.

» 2. *Protoxyde d'azote et gaz carbonique.* — Dans mon ballon à densités j'introduis d'abord du protoxyde d'azote à 0°, à la pression P_1 voisine de 33^{cm}, et je le tare. Puis j'achève de le remplir avec du gaz carbonique pur, à la pression P_2 voisine de 66^{cm}, et je détermine l'augmentation de poids p.

» Soit V le volume du ballon. Connaissant la compressibilité des deux gaz et la

densité normale du deuxième, je calcule le volume V' auquel se réduirait Az^2O sous la pression P_2, puis le poids p' de CO^2 qui remplirait (V — V') à la pression P_2.

» La différence trouvée ($p - p' = 1^{mgr},3$) est imputable aux diverses erreurs accumulées; elle correspondrait à une *diminution* de pression de $0^{mm},2$, tandis que la loi classique exigerait une *augmentation* de $2^{mm},3$.

» *Anhydrides carbonique et sulfureux.* — Mêmes opérations et mêmes calculs. J'ai trouvé dans une expérience

$$p = 3^{gr},0411 \quad \text{et} \quad p' = 3^{gr},0320.$$

» Si la loi que je propose n'était pas troublée par des phénomènes secondaires, il serait donc entré dans notre ballon [illegible] de gaz sulfureux en plus.

» Je traduis ce fait en disant que le mélange a été accompagné d'une augmentation de pression de $1^{mm},25$. La loi classique exigerait une augmentation quatre fois plus forte.

» On peut attribuer cette augmentation de pression à ce que les gaz mélangés ont des poids moléculaires très différents et sont loin de se trouver dans des états correspondants. Quoi qu'il en soit, elle ne peut faire aucun doute ([1]).

» *Application.* — J'ai calculé antérieurement ([2]) la densité de l'argon en admettant ma loi des volumes, préalablement justifiée dans le cas de l'air, et en admettant mes densités de l'azote chimique et de l'azote atmosphérique, ainsi que la proportion de l'argon dans ce dernier, d'après M. Schlœsing. J'ai trouvé 19,8[illegible] au lieu de 19,94, observé par Lord Rayleigh et M. Ramsay.

» L'écart tient, selon toute probabilité, à ce que le mélange de l'azote et de l'argon a lieu avec augmentation de pression (ou de volume) comme celui de SO^2 et CO^2 : 10000 volumes d'azote atmosphérique seraient constitués par 9880 volumes d'azote et 119 d'argon. Les molécules de l'argon diffèrent en effet de celles de l'azote non seulement par leur masse, mais aussi par leur atomicité. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes.* Note de M. TH. SCHLŒSING fils, présentée par M. Duclaux.

« Dans des expériences sur la végétation et sur diverses fermentations, j'ai eu à vérifier la nature de gaz dont je ne possédais ou dont il importait

(1) M. Sacerdote, qui m'a très obligeamment aidé à réaliser ces expériences, a bien voulu se charger de répéter avec beaucoup de soin l'expérience de Berthollet, qui a l'avantage d'être directe. Ses résultats feront l'objet d'une prochaine Communication.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 805; 1896.

de ne consommer que de très faibles quantités. J'ai cherché, pour m'éclairer, à en mesurer la densité. Je n'attendais, de la méthode que j'ai étudiée à cette occasion, qu'une approximation assez grossière; il se trouve, au contraire, qu'elle peut conduire à des résultats d'une précision à utiliser en plus d'un cas.

» Qu'on suppose, au fond d'un système de deux tubes verticaux communiquant par leur partie inférieure, un certain liquide et, au-dessus, un liquide A d'un côté, un liquide B de l'autre, les liquides A et B étant plus légers que le premier et ne se mêlant pas avec lui. Tout le monde voit que si l'on mesure verticalement, à partir d'un même plan horizontal, les colonnes liquides qui se font équilibre dans les deux tubes, on sera en état, connaissant les densités de deux des liquides, de calculer celle du troisième.

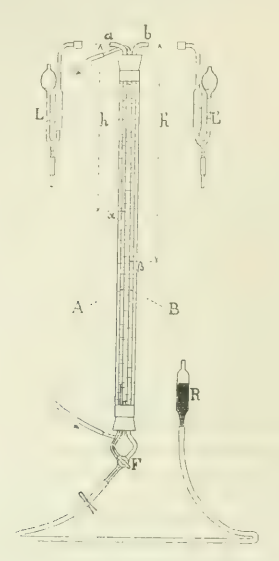
» On peut fonder sur un principe analogue la détermination des densités des gaz. Seulement, il faut parvenir d'abord à disposer trois gaz comme il convient dans le système des deux tubes et à les mettre en équilibre et ensuite à mesurer des colonnes superposées de ces gaz. La suite de cette Note montrera, d'une façon sommaire il est vrai, comment, avec un appareil et des manipulations simples, on résout la première question. Quant à la mesure de colonnes gazeuses, la difficulté est qu'on ne les voit pas. Mais, deux gaz étant placés l'un au-dessus de l'autre dans un tube sans se mêler sensiblement, on peut déterminer la position de leur surface de contact en faisant disparaître l'un des deux par un réactif absorbant. Au moyen de mercure qui arrive par la partie inférieure du tube, on envoie les deux gaz dans un absorbeur, puis on ramène l'unique gaz restant dans le même tube, aux mêmes pression et température qu'avant l'absorption. Si le gaz absorbé est celui qui occupait primitivement le bas du tube, le mercure prendra exactement sa place; le niveau de ce dernier, bien visible, indiquera le niveau, précédemment invisible, jusqu'où s'élevait le gaz absorbé.

» Pour que les choses puissent se passer comme nous le supposons, pour que des gaz restent quelque temps superposés sans qu'il s'en mêle des proportions importantes, il est manifeste que la longueur des colonnes gazeuses doit être extrêmement considérable par rapport à leur diamètre, c'est-à-dire que pratiquement il faut opérer dans des tubes très étroits. Et c'est ici que s'impose comme nécessaire une condition qui, loin d'être une gêne, entraîne le principal avantage de la méthode : les tubes devant être très étroits, les volumes gazeux employés seront très petits. En fait, j'ai obtenu d'excellentes déterminations de densité sur 6^{cc} ou 10^{cc} de gaz.

» Le dessin ci-contre représente les parties principales de l'appareil dont je me sers. Cet appareil comprend essentiellement deux tubes, A et B, de 2^{mm} à $2^{mm},5$ de diamètre intérieur, de $1^{m},10$ à $1^{m},60$ de long, suivant les cas. Les extrémités inférieures de ces tubes aboutissent à un même robinet à trois voies F, permettant, soit de faire communiquer entre elles les deux branches A et B, soit d'isoler chacune d'elles, soit de la mettre en relation avec un réservoir à mercure R, qu'on déplace verticalement selon les besoins. A leur extrémité supérieure, les deux tubes se recourbent à angle droit. Sur presque toute leur longueur, ils sont noyés dans un courant d'eau qui les maintient à température constante.

» Une expérience s'exécute de la façon suivante. Supposons, pour préciser, que le

gaz G, dont on cherche la densité, soit plus léger que l'acide carbonique, snr lequel il n'exerce d'ailleurs point d'action chimique, et qu'il ne se dissolve pas sensiblement dans la potasse concentrée. On remplira entièrement la branche B du gaz G et la



branche A de gaz carbonique [1], sans laisser de communication entre les deux branches. Puis on établira cette communication, en laissant ouverts à l'air les orifices a et b, et l'on attendra un certain temps. La colonne de gaz carbonique étant plus lourde que la colonne de gaz G, il se produira un mouvement du premier gaz, de la branche A vers la branche B, à travers le robinet F. De l'air entrera par a à la suite du gaz carbonique descendant dans A; une partie du gaz G sortira, au contraire, par b et sera rejetée dans l'atmosphère. A un moment, un certain équilibre sera atteint et le mouvement cessera. Soient alors α et β les surfaces idéales suivant lesquelles les trois gaz, air, acide carbonique et gaz G, se toucheraient deux à deux, s'ils ne se mêlaient aucunement; soient respectivement h et h' les distances verticales de α et β au centre de l'orifice b; soient d, d' et δ les densités, à l'état sec, de l'air, du gaz G et du gaz carbonique, à la température et à la pression de l'expérience. Le poids de gaz compris dans les branches A et B entre deux plans horizontaux passant, l'un par

(1) A cet effet, on remplit d'abord chaque branche de mercure en élevant R; on la relie, sans qu'il s'introduise une trace d'air, avec la source du gaz voulu, et l'on abaisse R jusqu'au niveau de F.

le centre de b et l'autre par β, est le même de part et d'autre, pour l'unité de surface, quand l'équilibre est réalisé ; on a donc : $h'd' = hd + (h' - h)\delta$, car si l'on a humecté d'eau, avant l'expérience, la paroi intérieure de A de B, les trois gaz sont saturés, et l'on peut négliger la vapeur d'eau, qui pèse également de chaque côté. Or, d, d' et δ ne diffèrent que par un même facteur des densités d_0, d'_0 et δ_0 à l'état sec, sous la pression de 760^{mm} et à la température de 0°. Dès lors, on a :

$$h'd'_0 = hd_0 + (h' - h)\delta_0,$$

relation où l'on connaît d_0 et δ_0 (dans notre hypothèse, $d_0 = 1$ et $\delta_0 = 1,529$, si l'on veut les densités par rapport à l'air) et qui donnera la densité cherchée d'_0, si l'on parvient à déterminer h et h'.

» Pour avoir h et h', dès que l'équilibre dont il a été parlé est établi, on isole les deux branches l'une de l'autre par le robinet F et, le gaz qui occupe le bas de l'appareil étant ici de l'acide carbonique, on adapte à chacun des orifices a et b, avec un raccord particulier, un absorbeur, L ou L', renfermant de la potasse concentrée ; on fait passer successivement le contenu de chaque branche dans l'absorbeur correspondant et, après l'absorption de l'acide carbonique, on ramène dans cette branche le gaz restant, de manière qu'il s'y trouve rigoureusement à la pression atmosphérique (les absorbeurs remplissent la fonction de manomètres très précis). Les points où s'arrête alors le niveau du mercure dans A et B représentent les points cherchés α et β, lesquels déterminent h et h'.

» Si l'on opérait sur des liquides, il suffirait d'un instant pour que l'équilibre s'établît dans les deux branches. Mais, avec les gaz, plusieurs minutes (de quatre à huit suivant les appareils) sont nécessaires. Par suite, la diffusion entre en jeu sensiblement. Elle mélange les gaz, sur une certaine longueur, au voisinage de α et de β ; ce qui est sans inconvénient dans un tube suffisamment cylindrique. Elle permet, de plus, la pénétration de l'air extérieur par b, air qui, se mêlant au gaz étudié, en modifierait la densité. Mais on évite cette dernière cause d'erreur en adaptant en b un tube t, long de $0^{m},30$ à $0^{m},50$, qui forme le prolongement de B et qui est exactement placé dans un plan horizontal. Au commencement de la période d'établissement d'équilibre, t est plein du gaz étudié ; durant cette période, le peu d'air qui y entre n'arrive pas jusqu'en b et, demeurant dans une partie horizontale, est sans influence sur l'équilibre final. On voit que l'intervention de la diffusion impose une limite supérieure pour la durée de l'expérience, si l'on ne veut que l'équilibre obtenu soit troublé. Dans les conditions où j'ai opéré, il était préférable de réaliser cet équilibre en moins de dix minutes.

» Je donnerai, s'il m'est permis, dans une seconde Note, d'autres détails et des résultats numériques. J'ajouterai seulement aujourd'hui que la méthode proposée permet, en très peu de temps, de déterminer la densité d'un gaz (tous ne s'y prêtent pas également) avec une approximation qui, étant donné qu'on opère sur 6^{cc} ou 10^{cc}, est assez remarquable, et cela sans lire le baromètre, sans une pesée et, pour ainsi dire, sans calcul. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil dit* verseur hermétique. Note de M. **R. Personne de Sennevoy**, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil résout le problème suivant :

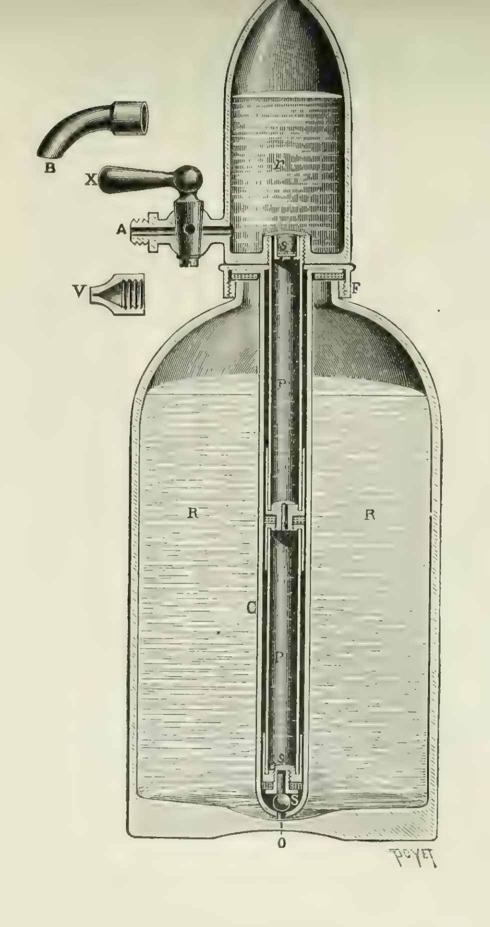
» *Étant donné un récipient hermétiquement clos, rempli de liquide, en extraire une portion quelconque de ce liquide sans laisser rentrer aucun fluide extérieur, notamment sans qu'il y ait rentrée d'air. Le liquide sort du récipient hermétiquement clos en laissant derrière lui le vide.*

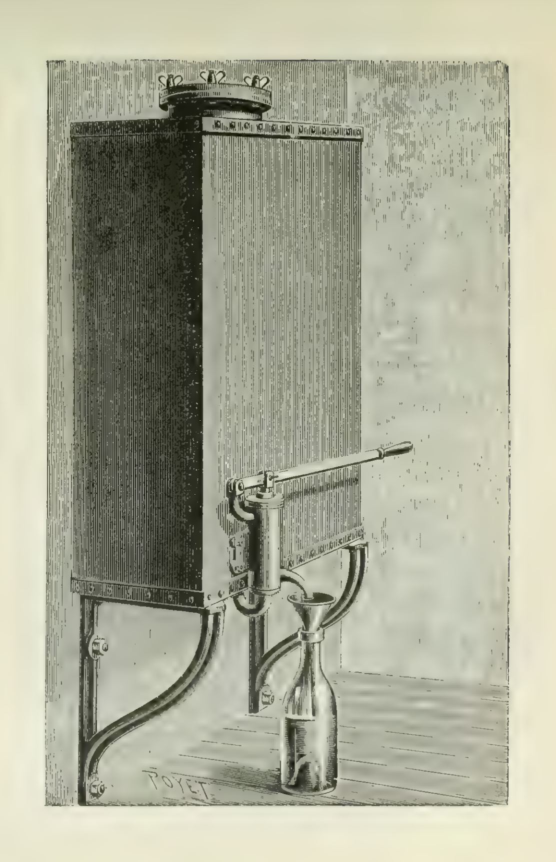
» L'appareil se compose d'un récipient clos, tel qu'un flacon de verre, et d'un tube de métal qui plonge jusqu'au fond (*fig.* 1). Ce tube constitue un corps de pompe; dans son intérieur se meut un piston plongeur, formé par un second tube muni d'une garniture et de soupapes. Le corps de pompe est fermé à sa partie inférieure par une soupape d'admission S, qui est une masse sphérique plus dense que le liquide et appuyant par son poids. Le piston est rendu étanche par deux garnitures annulaires en fibre qui emprisonnent entre elles une colonne annulaire de liquide. Enfin le piston porte deux soupapes d'émission constituées par des languettes de parchemin.

» A chaque coup de piston il sort du liquide, que l'on peut à volonté faire monter dans un réservoir où il se comprime, ou faire simplement sortir par un ajutage. Le vide se forme, et l'on peut avoir le phénomène de l'ébullition à froid.

» Le verseur hermétique peut servir à conserver à l'abri de l'air des liquides altérables ou volatils, éther, chloroforme, chlorure de méthyle, etc. On peut adapter la pompe, qui en forme l'organe essentiel, à un grand réservoir métallique hermétiquement clos (*fig.* 2) et rendre ainsi sans danger la manipulation des liquides tels que l'essence de pétrole.

» Si le réservoir est une bouteille, je pense qu'il est facile d'en faire une bouteille « inviolable ». En effet, le tube-pompe est fixé sur le goulot de la bouteille par un rebord garni de caoutchouc, et il y adhère en vertu de la pression atmosphérique. Une capsule protectrice en métal, à vis, entoure cette partie de l'appareil et empêche que l'on y ait accès : il suffit donc d'apposer des timbres de garantie sur le bouchon à vis; on ne peut dévisser celui-ci sans rompre les cachets de garantie. »


B
X
A
V
F
R
R
C
P
P
S
O
POYET


POYET

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le potentiel thermodynamique*. Note de M. A. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« I. Dans un vase A, une solution aqueuse, sous une pression P, émet à travers une paroi spéciale de la vapeur d'eau avec une force élastique F, et un volume spécifique v. Dans un vase B une autre solution aqueuse, sous une pression P', émet de la vapeur d'eau avec une force élastique $\mathfrak{F}$, et un volume spécifique v. L'addition de l'unité de masse d'eau à chaque solution, $\mathfrak{F}$ et F restant constants, accroît son volume de K_F et $K_{\mathfrak{F}}$.

» On peut faire parcourir à l'unité de masse d'eau un cycle isotherme fermé; les travaux des forces extérieures sont :

» 1° Passage irréversible de A en B : $PK_F - P'K_{\mathfrak{F}}$;

» 2° Passage réversible de B en A : $P'K_F - \mathfrak{F}v - \int_{\mathfrak{F}}^{F} \mathfrak{F}\,dv + Fv - PK_F$.

» La somme algébrique de ces travaux est $\int_{\mathfrak{F}}^{F} v\,d\mathfrak{F}$: elle est toujours positive : $F > \mathfrak{F}$.

» Cette expression est simple : elle ne contient pas les pressions exercées sur les solutions, elle ne comprend que les pressions et volumes spécifiques se rapportant à l'état sous lequel l'eau peut passer d'une manière réversible d'un vase à l'autre (on aurait pu supposer aussi l'eau à l'état liquide); elle est indépendante des substances mélangées à l'eau dans les deux vases.

» Si les deux vases A et B contiennent un corps commun quelconque, libre de toute combinaison, ou existant dans une combinaison dissociable par la pression, on peut supposer qu'il passera d'un vase à l'autre à travers des parois spéciales et un milieu intermédiaire, où il aura une pression osmotique π sous un volume spécifique v. Le travail dans un cycle semblable au précédent sera $\int_{\pi_B}^{\pi_A} v\,d\pi$.

» On l'appelle *travail non compensé* ϖ; à chaque température il ne dépend que de $\mathfrak{F}$ et F ou de π_A et π_B. On peut supposer $\mathfrak{F}$ ou π_B constant $= 0$, quelle que soit la température :

$$\varpi = \int_0^F v\,dF = \Phi(F, T),$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial F} = v, \qquad \frac{\partial\Phi}{\partial T} = \int_0^F \frac{\partial v}{\partial T}\,dF;$$

$\Phi(F, T)$ sera, par définition, la valeur du potentiel thermodynamique de l'unité de masse du corps sortant de A avec une force élastique F.

» Cette valeur égale $[Fv - (TS - U)]_0^F$, car $\int_0^F F\,dv = (TS - U)_0^F$.

» Deux mélanges émettant un corps avec la même force élastique F sont en équilibre osmotique relativement à ce corps; on peut dire aussi que l'unité de masse a le même potentiel thermodynamique dans les deux mélanges, et que ce potentiel ne change pas dans le passage réversible de ce corps de l'un à l'autre, F restant constant.

» Si le corps sort de chaque mélange avec des valeurs de F différentes, il n'y a pas équilibre osmotique; le passage immédiat du corps de l'un à l'autre est irréversible. Le sens de ce passage est fixé *a priori* : il correspond à une chute de pression, par suite à une diminution du potentiel thermodynamique de ce corps.

» Dans cette chute l'unité de masse subit une variation d'énergie intérieure, la même que dans une opération réversible; mais, dans ce dernier cas, elle effectuerait un excès de travail extérieur égal précisément à la chute de potentiel.

» Voici une représentation physique de ce travail :

» Si, dans un tube vertical, se trouve de la vapeur d'eau à une température uniforme et soumise à l'action de la pesanteur; si les deux vases A et B précédents sont placés au même niveau où, dans le tube, la force élastique de la vapeur est F, on peut faire passer par voie osmotique irréversible l'unité de masse d'eau de A dans B. Si, au contraire, le vase B était à un niveau où la force élastique est $\mathcal{F}$, ce même passage pourrait être effectué réversiblement, mais il faudrait fournir au système, dans ce cas, une quantité de chaleur plus grande; l'excès étant équivalent au travail que peut restituer l'unité de masse tombant de la deuxième position de B à la première.

» II. Considérons maintenant un système homogène ou hétérogène en équilibre osmotique avec *ses composants* dans des systèmes annexes. On peut toujours dissocier la matière du système principal en ses composants, sans changement de pression : soit m la masse d'un corps dans le système principal, m_1 dans le système annexe, sous une pression gazeuse ou osmotique F : $\Sigma(m + m_1)\int_0^F v\,dF$ ou $\Sigma(m + m_1)[Fv - (TS - U)]$, formé avec tous les corps, est une quantité qui ne dépend que de l'état actuel du système principal. On peut donc considérer cette expression comme représentant le potentiel thermodynamique de l'ensemble des systèmes; *il y a toujours un potentiel thermodynamique.*

» $\Sigma m[\mathrm{F}v - (\mathrm{TS} - \mathrm{U})]$ représente le potentiel thermodynamique du système principal, F *pression d'un composant dans un système annexe.*

» Dans une transformation réversible isothermique et élémentaire de l'ensemble des systèmes, en prenant pour variables indépendantes les pressions F des systèmes annexes, la différentielle partielle du potentiel thermodynamique est

$$\Sigma(m + m_1)v\,d\mathrm{F} = \Sigma mv\,d\mathrm{F} + \Sigma m_1 v\,d\mathrm{F} = \Sigma \mathrm{V}\,d\mathrm{F},$$

V volume de chaque système où la pression est uniformément F (y compris le système principal). *Cette différentielle n'est pas nulle.*

» Dans une transformation isothermique élémentaire du système principal (F_0, V_0), considéré seul, la variation de son potentiel thermodynamique est $\Sigma mv\,d\mathrm{F} = \mathrm{V}_0 d\mathrm{F}_0$.

» Elle n'est nulle que si $d\mathrm{F}_0 = 0$, mais cela ne peut arriver que si le système est hétérogène et si une partie de ce système s'accroît aux dépens d'autres, sans changement de composition.

» On ne forme pas habituellement le potentiel thermodynamique d'un mélange comme je viens de l'indiquer, aussi on arrive à des conclusions ne concordant pas rigoureusement avec celles de cette Note. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le spectre des rayons cathodiques.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note du 28 septembre 1896, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats expérimentaux obtenus en déviant convenablement un faisceau très étroit de rayons cathodiques par des forces magnétiques, de façon à laisser les rayons déviés se manifester par phosphorescence sur une surface de verre se trouvant en dehors d'autres luminosités qui pourraient troubler les phénomènes.

» En effet, on reconnaît par ce procédé une certaine dispersion des rayons déviés montrant qu'ils se constituent en groupes différents.

» Dernièrement M. J.-J. Thomson (*Phil. Mag.*, oct. 1897) a trouvé que l'apparence de ce spectre est toujours la même pour des décharges à travers des gaz différents, pourvu que les différences moyennes de potentiel entre l'anode et la cathode soient aussi les mêmes.

» De plus, il a trouvé que le *même* spectre peut être produit en déviant les rayons cathodiques par des forces électrostatiques au lieu de les faire dévier par des forces magnétiques.

» Ces résultats se comprennent facilement par les recherches suivantes que je viens

de faire après avoir aperçu que l'apparence du spectre varie, quelquefois même considérablement, avec des cathodes différentes successivement introduites dans un même tube. Il paraît que c'est moins la matière différente des cathodes qui en est la cause que les détails de leur construction mécanique.

» Cependant en prenant certaines précautions on réussit à obtenir des résultats réguliers et correspondants d'un tube de décharge à l'autre.

» Je vais en décrire quelques-uns obtenus avec un tube à cathode ordinaire d'aluminium, dont le contact métallique entre les différentes parties et dont le contact avec le fil conducteur reliant la cathode au pôle négatif de la grande bobine employée étaient aussi parfaits que possible. En outre, le tube et les électrodes étaient, avant les expériences, débarrassés soigneusement même de gaz occlus; après quoi le tube fut rempli d'assez peu d'hydrogène pur pour que la différence du potentiel entre l'anode et la cathode au moment où la décharge éclate ne descende pas au-dessous de 10000 volts. Pendant les décharges les rayons cathodiques doivent sortir régulièrement au milieu de la cathode.

» En tenant compte des remarques ci-dessus j'ai trouvé dans un spectre spécial quatre bandes jaunes séparées par des bandes obscures. Dans chaque bande lumineuse j'ai souvent distingué des lignes d'une luminosité plus intense, et ces lignes paraissaient quelquefois bien nombreuses.

» Pour étudier de près ces phénomènes, j'ai introduit devant la cathode et communiquant avec elle par un court fil fin de cuivre une résistance d'eau variable facile à régler.

» Par ce procédé, on obtient une seule bande jaune, restant tranquille d'une décharge à l'autre, et qui peut facilement avoir une largeur de plusieurs centimètres, la résistance étant convenablement choisie. La largeur de la bande s'augmente du reste avec le courant primaire de la bobine employée et possède en outre un maximum très marqué, la résistance d'eau étant variable.

» En regardant attentivement cette bande d'une luminosité, au premier coup d'œil, homogène, on aperçoit partout les traces d'un nombre énorme de lignes.

» Si pourtant le fil de cuivre reliant la résistance d'eau à la cathode est mis en communication avec une boule métallique isolée (j'ai employé des boules de $0^{m},10$ et de $0^{m},30$ de diamètre), la bande jaune se contracte et se résout en raies fines changeant maintenant un peu de position d'une décharge à l'autre. Ces lignes sont, on le voit facilement sans pouvoir les compter, beaucoup plus nombreuses pour la boule de $0^{m},10$ que pour la boule de $0^{m},30$, toutes choses égales d'ailleurs.

» On pourra diminuer le nombre des lignes à son gré en introduisant des capacités en conséquence. J'ai employé trois bouteilles de Leyde de

120^{cc}, 750^{cc} et 1200^{cc} de volume. Avec la première, j'estime avoir vu une trentaine de lignes, avec la seconde j'en ai compté cinq, avec la troisième j'en ai rarement vu plus d'une seule. Il faut remarquer pourtant qu'avec ces capacités le nombre des lignes augmente avec le courant primaire et qu'il diminue quand la résistance d'eau augmente.

» Il y a une manière de séparer les lignes de ces spectres l'une de l'autre à la distance voulue.

» En effet, si par tâtonnements on arrive à fermer le courant des aimants déviant les rayons au moment où une décharge éclate, on voit le spectre s'étendre largement, et j'ai souvent réussi avec la plus petite bouteille de Leyde à produire une image phosphorescente d'une beauté parfaite sur le verre et presque identique aux images des décharges intermittentes, reproduites dans un Mémoire célèbre de Feddersen (*Pogg. Ann.*, 103; 1858; Taf. I, *fig.* 18, 19). La variation rapide du système magnétique employé joue le même rôle ici que le miroir tournant de Feddersen dans ses expériences.

» Avec un arrangement automatique, j'ai fait varier le champ magnétique synchroniquement aux éclats de décharges. De cette manière, j'ai observé que la distance des lignes du spectre augmente avec la capacité et la résistance d'eau, intercalées devant la cathode.

» Si, au contraire, on intercale la capacité et la résistance d'eau devant l'anode, nous n'aurons pas les phénomènes décrits plus haut, mais d'autres résultats moins marqués et de nature à confirmer la théorie.

» Si la plaque cathode est mal fixée sur la tige qui la supporte, les résultats sont tout autres. Le spectre consiste dans ce cas en des bandes larges qui ne sont presque pas affectées d'une capacité ou d'une résistance d'eau intercalée.

» Si les rayons cathodiques sortent de points différents et irrégulièrement répandus sur une plaque cathode, les résultats ne sont plus nets.

» Les phénomènes que je viens d'exposer jettent une grande lumière sur la découverte des *surfaces d'interférence* des rayons cathodiques faite par M. Jaumann.

» Il me paraît aussi que cette différenciation indiquée de la décharge partant de la cathode nous promet plus de clarté sur la question de stratification de la colonne positive.

» D'après une expérience bien connue de J.-J. Thomson, il est certain que les strates apparaissent d'abord près de l'anode et plus tard dans le voisinage de la cathode. Mais s'ensuit-il que les décharges élémentaires

qui se manifestent par ces strades sont émises par l'anode? Les strates n'existent pas dans le voisinage de la cathode; on admet pourtant que les décharges élémentaires se propagent aussi à travers cet espace. Or, nous savons que la distance des strates de la cathode dépend beaucoup de la répartition de la force électrique dans le tube, et cette répartition est tout autre au moment de naissance d'une décharge que plus tard. D'autre part, M. Goldstein a montré, il y a seize ans (*Wied. Ann.*, t. XII, p. 271), que la position et les propriétés des simples strates bien définies dépendent complètement de la position et du caractère de la cathode mais pas du tout des conditions de l'anode.

» Je viens de démontrer que la distance des simples strates ne varie pas, si l'on intercale des capacités devant les électrodes; même de petites capacités, liées le plus intimement possible à la cathode ou à l'anode, n'influent pas.

» Le nombre, dans l'unité de temps des chocs intermittents, se manifestant par des strates, est donc probablement réglé par le gaz seul, ou par les propriétés des chaînes de Grotthus qui s'y forment.

» D'après ce que je viens d'exposer, je pense qu'il serait plus naturel de supposer que la cathode émet : 1° des chocs de décharge intermittents, dont les propriétés sont surtout réglées par des conditions extérieures du tube de décharge *viz* : la différence du potentiel entre l'anode et la cathode, les capacités et l'état de conductibilité dans le voisinage de la cathode; ces chocs se manifestent par les rayons cathodiques; 2° des chocs dont les propriétés sont surtout réglées par les conditions du gaz inclus dans le tube; ces chocs se manifestent par des strates. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du cadmium dans un tube à vide.* Note de M. Maurice Hamy, présentée par M. Lœwy.

« La lampe à cadmium que j'ai décrite dans une Communication antérieure [1] émet, dans le spectre visible, une vingtaine de radiations, lorsque le tube à vide est chauffé à 295° environ.

» Plusieurs radiations, d'une extrême simplicité, peuvent produire des franges d'interférence à grandes différences de marche. De ce nombre est la radiation rouge (λ, 644) dont la longueur d'onde absolue a été déter-

---

[1] *Comptes rendus*, 1er semestre 1897.

minée, avec une haute précision, au Bureau international des Poids et Mesures, avec l'appareil de M. Michelson. Prenant pour point de départ le nombre obtenu dans ces mémorables expériences, je me suis proposé de mesurer les longueurs d'ondes des autres radiations simples.

» Le principe de la méthode suivie est dû à M. Michelson. On détermine expérimentalement, pour chacune des radiations, avec un compensateur approprié, la partie fractionnaire du nombre de franges contenues dans des distances connues à quelques millièmes de millimètre près et allant en doublant. Un calcul facile fournit ensuite les nombres entiers de franges contenues dans ces distances et l'on en déduit les rapports des longueurs d'ondes de toutes les radiations à la longueur d'onde de l'une d'elles.

» L'appareil interférentiel utilisé dans mes recherches est fondé sur l'emploi des anneaux de Newton réfléchis. La lumière y pénètre à travers une ouverture demi-circulaire, de $0^{mm},5$ de rayon, placée au foyer et centrée sur l'axe d'une lentille collimatrice dont une des faces, de grand rayon, disposée en regard d'un miroir plan, sert à produire les anneaux. La vision s'effectue à travers une seconde ouverture semblable à la première et composant avec elle un cercle entier. En appelant R le rayon du cercle, f le foyer de la lentille, e l'épaisseur de la lame mince au centre des anneaux, la visibilité des franges produites avec une lumière monochromatique de longueur d'onde λ est $\dfrac{\sin\dfrac{\pi e}{\lambda}\dfrac{R^2}{f^2}}{\dfrac{\pi e}{\lambda}\dfrac{R^2}{f^2}}$. Ce rapport était très voisin de 1 dans mes expériences, même pour des différences de marche de 14^{mm}. Aussi l'influence de l'étendue de la source lumineuse sur la netteté des franges [1] ne se faisait-elle pas sentir. Les rapports de longueurs d'ondes déterminés avec l'appareil sont d'ailleurs indépendants de cette étendue.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus. La première colonne contient des numéros d'ordre; la deuxième une indication approximative de l'éclat de chacune des radiations estimée à l'œil; la troisième fournit les logarithmes des rapports des longueurs d'ondes des différentes raies à celle de la raie rouge principale; la dernière colonne contient les longueurs d'ondes calculées en partant de la longueur d'onde de la radiation rouge $\lambda_R = 0,6438472$. Les longueurs d'ondes, affectées de lettres, sont celles

---

(1) Cette influence a été signalée par M. Mascart, puis étudiée notamment par M. Benoît, M. Michelson et surtout par M. Ch. Fabry dans sa Thèse de doctorat.

qui ont déjà été mesurées au Bureau international des Poids et Mesures.

Numéros.	Grandeurs.	Log. Rapports.	Longueurs d'ondes.
1.........	1	0,0000000	0,6438472 R
2.........	4	0,0077112	0,6325161
3.........	3	0,0781517	0,5378128
4.........	3	0,0814468	0,5337477
5.........	2	0,0965832	0,5154655
6.........	1	0,1024208	0,5085832 V
7.........	1	0,1275489	0,4799919 B
8.........	2	0,1387084	0,4678153 I
9.........	4	0,1401784	0,4662345
10.........	5	0,1637830	0,4415702 (1)

» Toutes les radiations, à l'exception de celles dont les longueurs d'ondes sont suivies des lettres V, B, I, sont d'une simplicité remarquable. La netteté des anneaux demeure absolument constante lorsque l'on fait varier graduellement la différence de marche de 0^{mm} à 14^{mm} (limite que l'appareil ne permettait pas de dépasser). Leurs longueurs d'ondes sont bien déterminées parce que la mesure des excédents fractionnaires a pu se faire avec une grande précision. Les erreurs sur ces nombres ne dépassent pas 2 à 3 unités de la dernière décimale et la répétition des observations permettra de les faire disparaître.

» La radiation marquée I est aussi très simple, mais à un degré inférieur aux précédentes. Sa longueur d'onde, déterminée au pavillon de Breteuil, avec une différence de marche de 100^{mm}, ne diffère du nombre contenu dans le Tableau que d'une unité de la dernière décimale.

» Les radiations 6 et 7 sont complexes. Les anneaux se troublent beaucoup lorsque la différence de marche des faisceaux interférents est de 14^{mm}. Aussi les nombres obtenus pour ces radiations n'ont-ils pas la précision des autres. Ils dépassent de huit unités de la dernière décimale ceux qui ont été déterminés avec la lampe de M. Michelson. Ces radiations, surtout la radiation verte, se simplifient lorsque le tube à vide renferme des traces d'air, ce qui ne modifie pas, d'après les expériences de M. Michelson, la longueur d'onde de la raie rouge. C'est dans ces conditions que leurs longueurs d'ondes ont été obtenues au Bureau des Poids et Mesures. Les tubes ainsi

---

(1) Il y a encore une raie visible, plus éloignée dans le violet, qui est extrêmement simple; mais l'œil ne discerne pas assez bien les anneaux pour permettre de mesurer sa longueur d'onde.

construits ne se conservent pas. L'air disparaît après un fonctionnement de quelques heures. Ce fait a été constaté par M. Chappuis, qui a bien voulu faire l'expérience sur ma demande. L'addition de l'air dans les tubes a l'inconvénient de faire disparaître plusieurs radiations, notamment les trois raies vertes 3, 4, 5; c'est probablement une des raisons qui ont fait que M. Michelson a signalé quatre raies simples seulement dans le spectre du cadmium.

» Je compte poursuivre mes recherches dans l'ultra-violet, me proposant aussi de reprendre les déterminations présentes avec un appareil permettant de donner aux faisceaux interférents des différences de marche supérieures à 14^{mm}. L'appareil décrit dans une Communication récente (1) sera employé pour séparer les composantes des raies doubles 6 et 7. Le spectroscope interférentiel de MM. Perot et Fabry (2) permettrait d'arriver au même résultat. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1898. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

» *Parc Saint-Maur.* — L'enregistrement des variations des éléments magnétiques n'a subi aucune modification au cours de l'année 1897; les courbes diurnes sont dépouillées pour chaque heure, et les repères sont fréquemment vérifiés par des mesures absolues.

» L'état magnétique n'ayant pas paru suffisamment calme dans les derniers jours de décembre, les valeurs des divers éléments au 1er janvier 1898 sont déduites de la moyenne de toutes les valeurs horaires du 28 décembre 1897 et du 4 janvier 1898, rapportées à des mesures absolues faites à ces deux dates. La variation séculaire résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1897 (3).

	Valeurs absolues au 1er janvier 1898 (4).	Variation séculaire en 1897.
Déclinaison	14°56′,0	−5′,5
Inclinaison	64°58′,9	−1′,9

(1) Hamy, *Comptes rendus,* second semestre 1897, p. 1092.

(2) Perot et Fabry, *Comptes rendus,* 1er semestre 1898, p. 34.

(3) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 77; 1897.

(4) Nous introduisons ici, pour la première fois, dans le calcul de la composante

	Valeurs absolues au 1er janvier 1898.	Variation séculaire en 1897.
Composante horizontale........	0,19660	+0,00034
Composante verticale..........	0,42125	+0,00013
Force totale....................	0,46487	−0,00027

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude est de Paris, et 48°48′34″ de latitude nord.

» *Perpignan.* — Les observations magnétiques sont faites à Perpignan avec des instruments semblables à ceux du Parc Saint-Maur, et d'après les mêmes méthodes. Les courbes, relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines, sont également dépouillées heure par heure. Les valeurs au 1er janvier 1898 résultent de la moyenne des valeurs horaires du 28 décembre 1897 et du 4 janvier 1898, contrôlées par des mesures absolues faites par M. Cœurdevache les 27, 29 et 30 décembre.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1898 (1).	Variation séculaire en 1897.
Déclinaison....................	13°49′,1	−4′,2
Inclinaison....................	60° 3′,1	−2′,1
Composante horizontale........	0,22362	+0,00034
Composante verticale..........	0,38812	+0,00003
Force totale....................	0,44793	+0,00020

» L'observatoire de Perpignan est situé par 0°32′45″ de longitude est, et 42°42′8″ de latitude nord.

» *Nice.* — Les instruments magnétiques de l'observatoire de Nice sont identiques à ceux du Parc Saint-Maur et de Perpignan. Les valeurs des éléments au 1er janvier 1898 résultent du dépouillement horaire des courbes de variations relevées pendant les journées du 31 décembre 1897

horizontale, la correction −0,00020 due à l'induction par la Terre et, de plus, une correction instrumentale de −0,00047. D'après cela, toutes les valeurs relatives à l'intensité publiées antérieurement doivent subir les corrections ci-après : composante horizontale, −0,00067 ; composante verticale, −0,00144 ; force totale, −0,00159.

(1) La valeur de la composante horizontale a subi une correction de − 0,00022 due à l'induction par la Terre, et une correction instrumentale de − 0,00066. Les corrections suivantes doivent être appliquées aux valeurs de l'intensité publiées antérieurement : composante horizontale, − 0,00088 ; composante verticale, − 0,00153 ; force totale, − 0,00177.

et du 1er janvier 1898, et des mesures absolues faites par M. Auvergnon les 27, 29 et 31 décembre :

	Valeurs absolues au 1er janvier 1898.	Variation séculaire en 1897.
Déclinaison	12°10′,3	−5′,1
Inclinaison	60°14′,3	−2′,2
Composante horizontale	0,22332	+0,00028
Composante verticale	0,39054	−0,00010
Force totale	0,44988	+0,00006

» L'observatoire de Nice est situé par 4°57′48″ de longitude est, et 44°43′17″ de latitude nord. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des fours électriques.* Note de MM. **Gin** et **Leleux**, présentée par M. Mascart.

« D'après M. Blondel [1], l'arc électrique peut être assimilé à une résistance ordinaire, sur la nature de laquelle ses expériences ne jettent aucun jour. Nous nous sommes efforcés d'établir la nature de cette résistance, en étudiant l'arc dans des milieux divers; nous présentons les déductions suggérées par ces expériences, non comme des faits définitivement acquis, mais comme des hypothèses vraisemblables.

» *La chute de potentiel caractéristique d'un arc jaillissant au sein d'un milieu donné est due simplement à la résistance de la masse gazeuse interposée entre les électrodes et résultant de la vaporisation des électrodes ou des matières soumises à l'action de l'arc.*

» Considérons comme un conducteur ordinaire le cylindre gazeux qui réunit les électrodes.

» Soient l et s sa longueur et sa section (supposée égale à celle des électrodes); ρ sa résistivité et c sa chaleur spécifique par unité de volume :

» L'énergie transformée en chaleur dans l'unité de temps est RI^2, la quantité de chaleur correspondante

$$\frac{1}{A}\left(\frac{I}{s}\right)^2 \rho ls.$$

» Si l'enceinte était limitée par des parois formant écran calorifique

(1) *Comptes rendus*, 19 juillet 1897.

parfait (échauffement adiabatique), on aurait :

$$\frac{1}{A}\left(\frac{I}{s}\right)^2 \rho ls = clst, \qquad t = \frac{1}{A}\left(\frac{I}{s}\right)^2 \frac{\rho}{c}.$$

» *La température de l'arc croîtrait comme le carré de la densité du courant et le rapport de la résistivité à la chaleur spécifique par unité de volume de l'atmosphère de l'arc* (ces deux dernières quantités elles-mêmes variables avec t).

» Les conditions d'un échauffement adiabatique sont irréalisables, mais on peut s'en rapprocher en faisant jaillir l'arc dans un milieu de conductibilité calorifique extrêmement faible, par exemple dans le mélange pulvérulent qui sert à la fabricatiou du carbure de calcium.

» Dans un tel milieu, *immobile par rapport aux électrodes*, l'arc creuse autour de lui une poche présentant à son pôle supérieur un petit cratère, par lequel s'échappent de l'oxyde de carbone et des vapeurs de *chaux, de calcium* et de *carbone*.

» Le volume de cette cavité augmente jusqu'à une certaine limite, puis un état stationnaire s'établit, pour lequel les volatilisations et les actions chimiques ayant cessé, les quantités de chaleur dégagées par l'arc sont équilibrées par les émissions vers les milieux environnants.

» Après refroidissement, on observe que les parois de la poche sont stratifiées en couches concentriques se succédant comme suit de l'intérieur à l'extérieur :

» 1° *Une couche de graphite brillant, à texture caverneuse et d'aspect bouillonné;*

» 2° *Une couche de carbure de calcium cristallisé;*

» 3° *La matière initiale inaltérée.*

» On en déduit que la température interne a été assez élevée pour que la tension de dissociation des vapeurs de calcium et de carbone s'oppose à la combinaison des deux corps, laquelle n'a pu se produire qu'au delà de la surface de niveau limitant la région des températures inférieures à celle de dissociation.

» Si l'on ne voulait admettre la dissociation du carbure de calcium, on pourrait expliquer l'existence de la couche de graphite par ce fait que la température très élevée de l'enceinte aurait provoqué une volatilisation si rapide de la chaux qu'une partie de celle-ci eût échappé à la réduction et à la carburation subséquentes en laissant un excès de carbone comme résidu. Il nous semble probable que les deux phénomènes sont simultanés.

» La tension de l'arc varie avec la nature de son atmosphère. Dans le mélange pour carbure de calcium, la température stationnaire étant atteinte, nous avons obtenu des arcs à la tension de 18 à 20 volts, pour un écartement de 10^{cm} environ $\left(s = 100^{cq}, I = 1000, \frac{I}{s} = 10\right)$. Dans les mêmes conditions, au sein d'un mélange de charbon et d'oxyde de manganèse, il se produit des vapeurs abondantes de manganèse métallique et la tension des arcs peut descendre jusqu'à 10 volts, la poche formée étant notablement plus volumineuse. Cette dernière observation concorde avec l'accroissement de t avec $\frac{e}{c}$.

» Si l'on reprend la première expérience et si, l'état stationnaire étant atteint, on introduit, par le cratère d'évacuation des gaz, du carbure de calcium granulé, il fond rapidement et disparaît même si la densité du courant est assez élevée. Les gaz qui se dégagent ne produisent pas d'acétylène. Il semble donc que le carbure introduit a été dissocié et non simplement vaporisé.

» On retrouve dans la poche un dépôt de coke, véritable squelette de l'être chimique qui a cessé d'exister. Si l'on repousse l'hypothèse de la dissociation du carbure, il faut admettre que le dépôt graphitique préexistait et que le carbure introduit a simplement filtré après fusion à travers la couche poreuse du carbone.

» Si la dissociation intervient, il semble que la température à laquelle elle se produit est inférieure à celle de volatilisation du carbone et que le carbure de calcium ne peut être vaporisé à l'état combiné dans les conditions expérimentées. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques*. Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Le phénomène auquel j'ai recours est l'induction réciproque de l'action électromagnétique employée par M. Lippmann dans son galvanomètre à mercure. Un liquide conducteur, qui pourra être simplement de l'eau de rivière, s'écoule normalement aux lignes de force du champ à mesurer. On détermine, à l'aide de l'électromètre capillaire, la force électromotrice constante induite entre la face supérieure et la face inférieure de la veine. Connaissant le débit, on en déduira l'intensité du champ.

» Supposons, pour simplifier, la vitesse v d'écoulement uniforme sur

toute la section d'une veine rectangulaire d'épaisseur e dans le sens des lignes de force, de hauteur l dans la direction normale à la fois aux lignes de force et à la vitesse d'écoulement. La force électromotrice induite est constante et a pour valeur

$$(1) \qquad E = Hvl.$$

» Le débit est

$$(2) \qquad D = vel;$$

on tire de là

$$(3) \qquad \overline{H} = \frac{Ee}{D}.$$

Telle est la formule très simple que l'on aura à appliquer.

» D'après la formule (1) la force électromotrice induite est indépendante de la nature du liquide conducteur. J'ai employé d'abord des solutions de sulfate de cuivre, saturées ou très étendues, s'écoulant par un ajutage ou cuvette rectangulaire en ébonite; deux électrodes de cuivre, de $0^m,01$ de long et de largeur égale à l'épaisseur e de la cuvette, arasent exactement, à l'intérieur, la face supérieure et la face inférieure de la veine. On constate que la force électromotrice mesurée est parfaitement indépendante de la concentration, si bien que, sans rien changer à la disposition de l'expérience, j'ai pu substituer au sulfate de cuivre l'eau des conduites de la ville : la facilité des mesures est demeurée la même. La polarisation des électrodes n'introduit aucune perturbation.

» L'usage de l'eau comme liquide conducteur permet d'employer de grandes vitesses d'écoulement et d'accroître pour ainsi dire indéfiniment la sensibilité de la méthode [1]. J'ai fait varier la vitesse de $0^m,50$ à 17^m par seconde, vérifié la proportionnalité rigoureuse de la force électromotrice à la vitesse, prévue par la formule (1), et mis en évidence des champs constants de l'ordre de grandeur de 0,5 C.G.S. Rien ne paraît s'opposer à ce que l'on aille encore plus loin.

» Si l'on veut se borner à des mesures relatives, il sera inutile de déterminer l'épaisseur de la cuvette et le débit, supposé constant. On pourra

---

[1] Elle n'est guère limitée pratiquement que par le débit maximum dont on dispose.

même donner à la cuvette une forme quelconque. La seule précaution nécessaire est l'*isolement rigoureux des électrodes*.

» Pour faire des mesures absolues, on devra d'abord se procurer une cuvette étalon d'épaisseur e assez grande pour que la vitesse v puisse être considérée comme très sensiblement uniforme, ainsi que nous l'avons supposé.

» Les électrodes de cuivre, de largeur égale à l'épaisseur e de la cuvette, devront être assez éloignées du tuyau d'amenée ([1]) pour que le régime d'écoulement soit bien uniformisé. Enfin, il faut introduire un facteur de correction, d'ailleurs assez voisin de l'unité, pour tenir compte de la diminution de vitesse au voisinage immédiat des parois latérales. Pour des cuvettes de 1^{mm} à 6^{mm} d'épaisseur, j'ai trouvé qu'il suffit de substituer, dans la formule (3), à l'épaisseur e mesurée, une épaisseur fictive $e + 0^{mm},13$.

» La proportionnalité des forces électromotrices, mesurées avec diverses cuvettes, se maintenant rigoureuse quand on fait varier arbitrairement le champ et la vitesse, il suffit de déterminer, par comparaison avec la cuvette étalon, l'épaisseur fictive à attribuer à une cuvette quelconque, que rien n'empêche de prendre très mince. Celle-ci pourra servir désormais d'étalon secondaire.

» Pour des applications où la sensibilité de la méthode électrométrique paraîtrait exagérée, on pourra employer une grande capacité, par exemple deux ou trois microfarads, la charger à l'aide de la force électromotrice induite et la décharger sur un bon galvanomètre balistique. Des champs de 50 C. G. S., par exemple, pourraient encore être mis en évidence assez aisément.

» J'ai déjà employé ma méthode à l'étude de la courbe de saturation et du magnétisme rémanent d'électro-aimants. Je me propose d'en faire diverses autres applications. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ampèremètre thermique à mercure*. Note de M. Ch. Camichel, présentée par M. Violle.

« J'ai montré, l'année dernière (*Comptes rendus* du 5 et du 12 juillet 1897), que la *méthode calorimétrique* peut servir à déterminer les inten-

([1]) 5^{cm} au moins pour une cuvette de 5^{mm} d'épaisseur.

sités des courants et j'ai décrit un ampèremètre à mercure dont les indications sont constantes ou du moins ne subissent que des variations analogues à celles d'un thermomètre à mercure, faciles, par conséquent, à éliminer par l'emploi de verres durs.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie un nouveau modèle de mon ampèremètre thermique, destiné à la mesure des courants compris entre 1 à 2 ampères, avec une approximation du 200e. Cet appareil se distingue du premier par sa sensibilité plus grande et son mode de construction qui le rend plus portatif. Le courant à mesurer pénètre dans le mercure par des fils de fer ou de platine, plongeant dans deux godets contenant du mercure pur et sec, et communiquant à leur partie inférieure par un tube de verre mince et étroit ayant une section faible, par exemple un cinquième de millimètre carré. Tout autour de ce tube mince se trouve le réservoir thermométrique qui a la forme annulaire. Le courant traversant la mince colonne de mercure, la chaleur produite est communiquée au mercure du réservoir thermométrique et accusée par une élévation de température de θ degrés, dans une minute.

» Dans cet appareil, l'élévation de température θ est reliée à l'intensité i du courant par la relation

$$(1) \qquad \theta = Ki^2$$

si le refroidissement et la variation de résistance de l'appareil sont négligeables. Ces deux influences ne sont pas négligeables, mais dans l'appareil que j'ai étudié elles se compensent rigoureusement pour les intensités à mesurer. D'ailleurs, la disposition de l'appareil atténue beaucoup le refroidissement, qui est très considérable dans le premier modèle, pour lequel la formule (1) doit être remplacée par une formule plus compliquée

$$\theta = -a - bi + ci^2$$

» La nouvelle disposition est donc plus à l'abri des influences extérieures que la première.

» Voici quelques constantes de l'appareil :

» Le tube intérieur traversé par le courant a une forme ondulée que M. A. Hémot a adoptée pour augmenter la sensibilité de l'instrument et l'élasticité du tube (afin d'éviter les ruptures qui pourraient se produire avec la forme rectiligne). La résistance du mercure entre les godets est $1^{ohm},34$.

» Pendant la durée d'une expérience (une minute) cette résistance varie de $0^{ohm},04$ environ pour les intensités les plus grandes que l'appareil doit mesurer normalement.

On rend facilement cette variation de résistance négligeable en mettant en série avec l'ampèremètre des résistances convenables, par exemple 8 ohms, ne chauffant pas pendant une minute sous l'influence de 1 à 2 ampères. La tige du thermomètre porte des divisions en millimètres, le degré centigrade vaut $2^{mm},4$. Les godets ont 1^{cm} de diamètre, 3^{cm} de hauteur, la distance de leurs axes est 7^{cm}. La hauteur de l'appareil est 17^{cm}. Cet appareil peut être placé dans un écrin ayant comme dimensions en centimètres $2 \times 12 \times 20$; il est donc très portatif. Dans toutes les expériences la mesure du temps est faite *à dessein* avec une bonne montre à secondes, pour montrer que la méthode ne nécessite pas d'appareils chronométriques spéciaux.

» Les indications de l'appareil sont très *constantes* et ne dépendent pas des conditions extérieures.

» Enfin, la courbe de graduation qui a toute la régularité désirable est une parabole

$$\theta = 33,26 i^2,$$

i étant exprimé en ampères et θ en millimètres de la tige.

» Je donnerai, ailleurs, une description complète de l'instrument et des expériences qui ont été faites; je me contente d'indiquer quelques nombres :

θ observé.	i observé.	i calculé.	Différence.	Valeurs relatives de la différence.
	amp	amp		
118,8	1,900	1,890	— 0,010	$-\frac{1}{190}$
112,9	1,850	1,8425	— 0,0075	$-\frac{1}{246}$
107,3	1,800	1,796	— 0,004	$-\frac{1}{450}$
96,8	1,702	1,706	+ 0,004	$-\frac{1}{420}$
86,5	1,617	1,6125	— 0,0045	$-\frac{1}{355}$
80,5	1,550	1,556	+ 0,006	$+\frac{1}{258}$
69,1	1,440	1,4415	+ 0,0015	$+\frac{1}{960}$
60,6	1,340	1,350	+ 0,01	$+\frac{1}{135}$

» J'indiquerai, dans une prochaine Note, les divers usages de cet appareil, et son emploi avec une résistance de 1 ohm pour constituer un *volt étalon thermique* (¹). »

(¹) Je tiens à remercier M. Hémot, qui a très habilement construit mon appareil et l'a réussi du premier coup, et mon préparateur, M. L. David, ingénieur civil, qui m'a aidé dans mes expériences.

Ce travail a été fait à l'Institut de Physique industrielle de l'Université de Lille.

PHYSIQUE. — *Décharge par les rayons de Röntgen. Effet secondaire.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. J. Violle.

« J'ai montré que les rayons de Röntgen peuvent, sans les rencontrer, décharger des corps électrisés situés dans un gaz au repos, et j'ai trouvé quelques lois simples relatives à ce phénomène ([1]).

» J'ai aussi fait quelques recherches, beaucoup moins étendues, dans le cas plus complexe où les rayons rencontrent les corps chargés. J'ai en particulier constaté que, pour l'air à la pression atmosphérique, il existe une couche mince adhérente aux régions atteintes, où l'ionisation devient beaucoup plus intense qu'elle ne serait sous la seule influence des rayons incidents. En première approximation, le rôle du métal frappé ne semblait pas s'étendre au delà de cette couche, dont l'épaisseur, pour les métaux étudiés, ne pouvait être supérieure à 2^{mm}.

» D'autre part, M. Sagnac a montré que les rayons secondaires, émis à partir des points où les rayons de Röntgen rencontrent des obstacles matériels, sont électriquement actifs sur un parcours de plusieurs centimètres ([2]).

» La contradiction n'est qu'apparente et disparaît si l'on tient compte de l'ordre de grandeur des phénomènes. Je préciserai en résumant de nouvelles expériences que j'ai faites avec un condensateur plan.

» Un pinceau de rayons de Röntgen, perpendiculaire à ce condensateur, y pénètre au travers d'une feuille d'aluminium battu, entourée d'un anneau de garde, qui forme la première armature. Puis il vient s'écraser contre la deuxième armature, faite d'une lame épaisse en zinc ou en plomb et fixée à une vis micrométrique permettant de faire varier à volonté l'épaisseur du condensateur. Une méthode de zéro, analogue à celles que j'ai déjà décrites, permet de voir si l'effet secondaire dû au métal varie lorsque cette épaisseur varie.

» Pour le zinc, j'ai vérifié que l'effet secondaire croît d'environ $\frac{1}{10}$ quand l'épaisseur croît de 1^{mm} à 10^{mm}. D'une manière plus précise, l'épaisseur étant de 10^{mm}, 100 unités d'électricité neutre seront ionisées par effet gaz direct en même temps que 50 unités seront ionisées par effet secondaire dans la couche de 1^{mm} attenant au zinc et que 5 unités seront ionisées par effet secondaire dans les neuf autres millimètres. Dans le cas du plomb, la variation d'effet secondaire est moins rapide encore.

([1]) *Éclairage électrique,* 20 juin 1897; *Comptes rendus,* 10 août, et Thèse de doctorat.

([2]) *Comptes rendus,* 3 janvier 1898.

» En résumé, les résultats expérimentaux que j'avais indiqués subsistent, mais l'hypothèse provisoire d'un phénomène absolument superficiel perd de sa vraisemblance. Au contraire, on rendra compte de tous les phénomènes en admettant qu'une grande part des rayons secondaires étudiés par M. Sagnac, très fortement absorbés par les premières couches d'air qu'ils rencontrent, y produisent une ionisation énergique suivant des lois analogues à celles que j'ai trouvées pour les rayons directs (1). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique du silicium cristallisé.* Note de M. **Fernand Le Roy**, présentée par M. Troost.

« Le chauffage par l'électricité est obtenu jusqu'à ce jour par l'introduction de résistances métalliques, qui, intercalées dans un circuit, sont portées par le passage du courant à une température plus ou moins élevée.

» Par suite de la grande conductibilité des métaux, ces résistances devaient être de très petit diamètre et de très grande longueur.

» Il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à remplacer les métaux ou alliages employés par d'autres corps ou composés, présentant les propriétés suivantes :

» 1° Très faible conductibilité, de façon à ce que l'on puisse construire des résistances d'assez grande section et de faible longueur pour en rendre l'usage plus commode et pratique;

» 2° Chaleur spécifique élevée et grand pouvoir émissif.

» De tous les corps simples ou composés que j'ai successivement étudiés, le silicium cristallisé ou graphitoïde, obtenu pour la première fois par H. Sainte-Claire Deville, m'a semblé devoir donner les meilleurs résultats. C'est ce que j'ai vérifié au laboratoire de M. Troost, à la Sorbonne. J'y ai préparé de très grandes quantités de silicium cristallisé (2) et j'y ai mesuré les résistances que présentait ce corps dans des conditions très différentes.

» Je n'ai pu encore déterminer rigoureusement quel pourrait être le coefficient de résistance spécifique du silicium. Néanmoins, il résulte de mes expériences, poursuivies depuis près de trois ans, que ce coefficient varie dans de très grandes proportions avec les trois facteurs : pulvérisation,

(1) Fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

(2) Le procédé de préparation était celui indiqué par Wœhler et complété par M. Vigouroux (*Thèse*, Faculté des Sciences de Paris, 1896).

compression, cuisson. En ce qui concerne les deux premiers facteurs, les recherches de M. Branly sur la résistance des poudres donnent à cet égard toutes indications.

» Quoi qu'il en soit, il est facile d'obtenir des bâtons de silicium *aggloméré* pur ayant 40^{mmq} de section, une longueur de 10^{cm} et présentant une résistance totale de 25 à 200 ohms suivant que l'on fait varier dans des proportions déterminées l'un ou l'autre des trois facteurs précédents.

» Si nous cherchons à comparer quelles seraient les résistances de trois bâtons ayant tous 40^{mmq} de section et 10^{cm} de long et de composition différente, l'un en silicium, l'autre en charbon à lumière, l'autre en maillechort, nous trouvons :

Silicium....	»	200 ohms	soit	200000000 de microhms	
Charbon....	$c = 0^{\text{ohmcm}},006$	0,15	»	150000	»
Maillechort.	$c = 0^{\text{ohmcm}},000034$	0,00085	»	850	»

» Il s'ensuit que, pour cet exemple donné, le coefficient de résistivité du silicium cristallisé serait 1333 fois plus fort que celui du charbon à lumière, 235294 fois plus fort que celui du maillechort.

» En reprenant au point de vue électrique le problème sous une autre face, il s'ensuit que, pour construire avec les trois matières précédentes une résistance identique de 200 ohms, il faudrait donner à chacune les dimensions suivantes :

Silicium....	»	$S = 40^{\text{mmq}}$	^{mm} »	$L = 10^{\text{cm}}$	$P = 10^{\text{gr}}$
Charbon....	$d = 1,95$	$S = 0,03$	$D = 0,19$	$L = 10$	$P = 0,0057$
Maillechort..	$d = 8,62$	$S = 0,007854$	$D = 0,1$	$L = 4,62$	$P = 0,3127$

» Dans ce Tableau, nous avons comparé les résistances à froid des divers corps employés. Mais la résistance à chaud varie avec la nature même de ces corps et avec les températures auxquels ils sont portés.

» Pour les métaux, par exemple, nous voyons que la résistance augmente avec la température d'après la formule empirique de Matthiessen

$$R = r_0(1 + \alpha\theta + \beta\theta^2).$$

» Pour les crayons en charbon nous n'avons aucune donnée certaine, nous croyons toutefois que pour un filament de lampe incandescente porté à une température de 1800° la résistance à chaud est d'environ 0,50 à 0,60 moindre de ce qu'elle était à froid.

» De nos expériences il résulte que la résistance du silicium à chaud décroît ainsi que celle du charbon.

» Pour la température de 800° à laquelle sont portés nos crayons, nous trouvons :

R à froid 200 ohms.....	$R_{800} = \frac{E}{I} = \frac{100}{0,8} = 125$	soit	0,625
» 180 »	$= \frac{95}{0,8} = 118$	»	0,655
» 37 »	$= \frac{47,5}{2} = 23,75$	»	0,641
» 30 »	$= \frac{46}{2,5} = 18$	»	0,613

» Il en résulte que pour une température de 800° la résistance diminue d'environ 40 pour 100 [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur de nouveaux composés des métaux de la cérite* [2]
Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

« Les oxalates des métaux de la cérite sont solubles à chaud dans l'acide chlorhydrique concentré. Si on laisse la dissolution revenir lentement à la température ordinaire, on voit se déposer des cristaux assez gros et très nets. Ils diffèrent complètement, par leur composition, de l'oxalate primitif. En effet, si on les calcine au rouge et qu'on dissolve le résidu de la calcination dans l'acide nitrique, on perçoit l'odeur du chlore.

» Ces observations étant faites, j'ai voulu étudier de plus près le composé qui se forme, et j'ai pris pour premier sujet d'analyse le sel de lanthane. D'après mes expériences, la composition constante des cristaux d'oxalochlorure est donnée par la formule qui suit :

$$(C^2O^4)^2Cl^2La^2 + 5H^2O.$$

» On voit que c'est un oxalate où une molécule d'acide oxalique a été déplacée par deux molécules d'acide chlorhydrique. L'eau bouillante décompose cet oxalochlorure en oxalate insoluble et en chlorure soluble :

$$3[(C^2O^4)^2Cl^2La^2] = 2[(C^2O^4)^3La^2] + La^2Cl^6.$$

» Les cristaux, obtenus comme précédemment, ont été maintenus pendant quelques

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.
(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

heures à 120° sans subir de décomposition. A 230°, ils perdent leur eau d'hydratation. On note la perte de poids. Dissous à froid dans l'acide nitrique, on précipite leur solution par le nitrate d'argent, et l'on dose ainsi le chlore. Je me suis assuré qu'à l'ébullition l'acide nitrique concentré chasse tout le chlore, et qu'en évaporant et calcinant on obtient un résidu d'oxyde; j'ai ainsi dosé le lanthane. Enfin j'ai dosé l'acide oxalique à froid, en liqueur nitrique, et malgré la présence de l'acide chlorhydrique, au moyen d'une liqueur oxydante de cérium; je décrirai prochainement en détail cette nouvelle méthode d'analyse.

» L'analyse de ce composé n'exige pas qu'on ait du lanthane absolument pur de cérium et de didyme. Pourtant j'ai purifié avec soin le sulfate pris pour point de départ. Le spectroscope n'y révélait plus de didyme. J'ai vérifié aussi l'absence du cérium pour lequel j'ai trouvé un réactif nouveau et extrêmement sensible : les sels des métaux de la cérite sont presque tous très solubles dans une solution concentrée de carbonate neutre de potassium. Une goutte d'eau oxygénée y révèle le cérium par une coloration d'un rouge intense s'il est en quantité notable, et d'un jaune encore très net si la solution est diluée à $\frac{1}{250000}$.

» Après avoir analysé l'oxalochlorure de lanthane, j'ai préparé les composés analogues pour le cérium et le didyme. J'en fais actuellement l'analyse. Je me suis assuré aussi qu'il existe des oxalobromures et des oxaloiodures.

» Les oxalochlorures des métaux de la cérite présentent une propriété intéressante : l'oxalochlorure de lanthane calciné au rouge n'a pas perdu de chlore, et la composition du résidu est justement celle de l'oxychlorure $La^2O^2Cl^2$. On a donc par là un procédé commode pour préparer sans précautions les oxychlorures de ces métaux.

» Il y aura lieu d'étudier, au point de vue des équilibres chimiques, la formation de l'oxalochlorure en solution chlorhydrique diluée. J'ai reconnu que les oxalates précipités d'une liqueur chlorhydrique, même étendue, retiennent encore des quantités notables d'oxalochlorure. Et l'on s'explique ainsi que les chimistes, en calcinant les oxalates et les sulfates, aient constamment trouvé des poids atomiques différents. Il reste à examiner si, en prenant pour point de départ l'oxalochlorure lui-même, on n'arrive pas à établir la concordance des résultats. Je rappellerai ici que Clève a préparé un oxalonitrate de didyme et que MM. Wyrouboff et Verneuil ont signalé la présence de l'oxalonitrate de cérium dans l'oxalate cristallisé en liqueur nitrique concentrée.

» J'ajouterai enfin que Souchay et Leusenn ont préparé un oxalochlorure de calcium. Le calcium présente justement, avec les métaux de la cérite, ce caractère commun que son oxalate est insoluble dans les acides étendus. Pour les métaux dont les oxalates sont solubles, je poursuis l'étude

de composés analogues. J'en ferai l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhydate d'ammoniaque.* Note de M. DE FORCRAND.

« L'intéressante découverte faite, il y a un mois, par M. Marcel Delépine, au sujet de la constitution de l'aldéhydate d'ammoniaque, m'engage à faire connaître certains résultats que j'ai obtenus, il y a près de dix ans, en étudiant les transformations de ce composé en dissolution dans l'eau.

» J'avais cherché, dans deux séries d'expériences, à mesurer la chaleur dégagée par le déplacement de l'aldéhyde au moyen d'acide sulfurique dissous.

» *Première série d'expériences.* — Point de départ : mélange d'aldéhyde et d'ammoniaque dissous.

» L'aldéhyde pure et préparée récemment donne, en se dissolvant dans l'eau (2^{lit}) : $+4^{Cal},41$ vers $+12°$ (¹). Sa neutralisation par AzH^3 (17^{gr} dans 2^{lit}) fournit $+3^{Cal},59$ après une minute, puis la température continue à s'élever pendant quinze minutes, assez vite au début, plus lentement à la fin. Après ces quinze minutes, on obtient encore $+3^{Cal},60$, soit au total : $+7^{Cal},19$ (²).

» J'ai préparé une assez grande quantité de ce liquide (A), que j'ai divisé en fractions de 300^{cc}, et conservé dans des ballons de verre complètement pleins et scellés à la lampe, me réservant de les ouvrir à des époques différentes pour faire agir l'acide sulfurique dissous ($SO^4H^2 = 4^{lit}$) employé en quantité équivalente. Voici les résultats obtenus :

		Cal			Cal		
Addition d'acide faite immédiatement..		+7,53	d'abord,	puis	+6,36	au bout de 3 à 4	minutes.
»	après 4 heures..	+6,69	»	»	+5,64	»	»
»	après 8 jours....	+6,27	»	»	+5,17	»	»
»	» 15 »	+7,17	»	»	+6,23	»	»
»	» 21 »	+7,52	»	»	+6,64	»	»
»	» 50 »	+8,65	»	»	+8,44	»	»

(¹) M. Berthelot avait trouvé (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4ᵉ série, t. XXIX, p. 315) le nombre +3,6, mais en opérant dans des conditions de température assez différentes, vers 24°.

(²) M. Berthelot avait obtenu pour la réaction :

$$\text{Aldéhyde}\,(1^{mol} = 7^{lit}) + \text{soude}\,(1^{mol} = 2^{lit}),$$

d'abord +2,56, puis +4,32 au total, au bout de quatre à cinq minutes. Les faits sont donc du même genre; cependant, il est anormal que l'ammoniaque dégage plus de chaleur que la soude.

» Dans tous les cas, le thermomètre a baissé pendant trois ou quatre minutes, puis s'est fixé après ce temps.

» Les expériences de M. Delépine ayant montré que l'aldéhydate d'ammoniaque est à l'état solide un hydrate d'éthylidène-imine plus ou moins polymérisé, qu'il existe comme tel dans ses solutions aqueuses, et que celles-ci se dépolymérisent avec le temps, on peut expliquer les résultats singuliers qui précèdent de la manière suivante :

» 1° Le nombre + 3,59 est sans doute voisin de celui qui correspondrait à l'état dissous du véritable aldéhydate $C^2H^3(AzH^4)O$; mais bientôt (et peut-être déjà avant la première lecture), ce sel se change partiellement dans la liqueur en éthylidène-imine, base qui se trouve elle-même à peu près trimérisée (d'après les expériences de M. Delépine) pour cette concentration. La transformation est rapide au début, puis plus lente, et, après quinze minutes, elle cesse d'être appréciable au thermomètre. C'est alors que l'on trouve + 7,19 comme mesure de la neutralisation pour un état voisin de l'état stable, mais qui se transforme encore très lentement.

» 2° Si l'on fait agir immédiatement sur cette liqueur (A) l'acide sulfurique, on obtient + 6,39 après trois ou quatre minutes (température nettement stationnaire). Ce nombre mesure en partie la neutralisation par l'acide de l'imine polymérisée dissoute, et en partie le déplacement de l'aldéhyde par l'acide dans ce qui reste du sel ammoniacal.

» 3° Si l'on attend quelques heures ou quelques jours avant d'employer la liqueur (A), elle se transforme de plus en plus complètement en une dissolution d'imine. Mais en même temps la base, d'abord trimérisée, se dissocie peu à peu et se réduit à l'état d'imine simple. On arrive à ce résultat au bout de cinquante jours environ (+ 8,44). Dans l'intervalle, la compensation entre les deux phénomènes est de telle nature que l'on passe par un minimum + 5,17 pour la liqueur examinée après huit jours.

» *Deuxième série d'expériences.* — Point de départ : dissolution d'aldéhydate d'ammoniaque solide.

» L'aldéhydate d'ammoniaque solide C^2H^7AzO, parfaitement pur, a une chaleur de dissolution presque nulle : $+ 0^{Cal},10$ pour une molécule dissoute dans 4^{lit} d'eau vers $+ 12°$.

» J'ai encore préparé une assez grande quantité de cette dissolution (B), divisée en fractions de 300^{cc} et conservée comme il est dit plus haut. Voici les résultats obtenus en y ajoutant l'acide :

Addition d'acide faite immédiatement..	+3,93 d'abord,	puis	+2,83	après	7 minutes
» après 8 jours...	+6,61	»	» +5,68	»	14 »

Addition d'acide faite après 15 jours...	+7,42 d'abord, puis	+6,50	après	15	minutes
» » 21 » ...	+7,51 »	»	+6,93	»	15	»
» » 50 » ...	+8,82, nombre constant pendant				20	»

Les nombres de la seconde colonne correspondent encore à l'état stationnaire du thermomètre.

» Il me paraît naturel d'admettre que cette liqueur (B) ne contient que de l'éthylidène-imine plus ou moins polymérisée et ne renferme pas de sel ammoniacal; cela paraît résulter d'ailleurs de certaines expériences de M. Delépine. Les nombres 2,83, 5,68, 6,50, 6,93 et 8,82, continuellement croissants, correspondent donc uniquement à la neutralisation par l'acide sulfurique de cette base de moins en moins polymérisée, les différences constatées venant simplement de la dépolymérisation de l'imine.

» On voit, en outre, que les deux derniers nombres des deux Tableaux +8,41 et +8,82 sont sensiblement identiques. Ils donnent la mesure de la neutralisation par l'acide de l'imine simple en dissolution aqueuse. Et, si l'on admet que l'état final est le même pour toutes les liqueurs de la seconde série d'expériences, la différence 8,82 − 2,83, soit 6 calories environ [1], exprime la chaleur dégagée dans la trimérisation de l'imine dissoute, phénomène qui, d'après ces faits, serait fortement exothermique.

» Dans tous les cas, on voit que l'on arrive, au bout de deux mois environ, à un état stable identique : imine simple dissoute, et cela quel que soit le point de départ : mélange des dissolutions équivalentes d'aldéhyde et d'ammoniaque, ou bien dissolution de l'aldéhydate d'ammoniaque.

» Indépendamment de ces faits, il en est un autre, que montrent les deux séries d'expériences : le thermomètre ne se fixe pas après la première minute; il baisse encore pendant trois ou quatre minutes dans le premier cas, pendant sept à quinze minutes dans le second, sauf dans la dernière expérience de chaque série, où il devient stationnaire immédiatement [2].

» Ce résultat me paraît dû à ce qu'il se forme partiellement, au début, un sulfate d'imine polymérisée, lequel n'est pas stable et se transforme peu à peu, pour la dilution employée, en sulfate d'imine simple, avec absorption de chaleur. Cette absorption est, en effet, de plus en plus faible à mesure que la molécule de la base se simplifie, pour devenir nulle,

(1) Rapportée à une molécule simple.

(2) J'ai d'ailleurs vérifié que l'acide sulfurique dissous est sans action sensible sur l'aldéhyde dissoute et qu'il en est de même du sulfate d'ammoniaque dissous.

lorsqu'elle est réduite à l'état de molécule simple, c'est-à-dire après cinquante jours. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétylbutyrate d'éthyle β-isopropylé et les acides diisopropylhexènedioïques stéréoisomères.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **V. Grignard**, présentée par M. Friedel.

« Dans le but de nous procurer l'isopropyltétrahydrorésorcine, nous avons condensé l'isobutylidèneacétylacétate d'éthyle avec le malonate d'éthyle en présence de l'éthylate de potassium, conformément à la méthode suivie par Knœvenagel, pour la préparation de la méthyltétrahydrorésorcine. Nos prévisions, fondées sur les résultats obtenus par ce savant, ne se sont pas réalisées, mais les résultats imprévus auxquels nous sommes arrivés nous ont paru dignes d'attirer l'attention des chimistes.

» L'éther isobutylidèneacétylacétique pur et bouillant à 104°-105° sous 12mm a été ajouté peu à peu, et en refroidissant, au malonate d'éthyle potassé dissous dans l'alcool; après un repos de vingt-quatre heures, le mélange s'est pris en une masse cristalline.

» En traitant par l'eau le produit de cette réaction, nous avons vu se séparer un liquide à odeur éthérée, insoluble dans l'eau, que nous avons recueilli, lavé, séché et soumis à la distillation fractionnée, à la pression ordinaire, pour commencer, et sous pression réduite à la fin de l'opération.

» Nous avons obtenu ainsi :

» 1° Un liquide incolore, mobile, à odeur éthérée légèrement butyrique; c'est l'acétylbutyrate d'éthyle β-isopropylé, bouillant à 170° sans décomposition.

» Cet éther, qui répond à la formule

$$CH^3-CO-CH^2-\underset{\substack{|\\ CH\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}}}{CH}-CH^2-CO^2C^2H^5,$$

forme le produit principal de la réaction.

» 2° Une portion liquide, bouillant à 189°-191° sous 10mm, de formule $C^{17}H^{28}O^7$.

» Ce corps constitue le produit immédiat de la condensation de l'isobutylidènacétylacétate d'éthyle et du malonate d'éthyle sous l'influence de l'éthylate de potassium, suivant l'équation

$$\begin{smallmatrix}CH^3\\ CH^3\end{smallmatrix}\!\!\diagup CH-CH=\underset{\substack{|\\ CO^2C^2H^5}}{C}-CO-CH^3+CH^2\!\begin{smallmatrix}\diagup CO^2C^2H^5\\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}=\begin{smallmatrix}CH^3\\ CH^3\end{smallmatrix}\!\!\diagup CH-CH\!\begin{smallmatrix}\diagup \overset{\substack{CO^2C^2H^5\\ |}}{CH}-CO^2C^2H^5\\ \diagdown \underset{\substack{|\\ CO^2C^2H^5}}{CH}-CO.CH^3\end{smallmatrix};$$

c'est lui qui dans la réaction même perd deux carboxéthyles et engendre l'acétylbutyrate d'éthyle β-isopropylé bouillant à 170° et décrit :

$$CH^3 - CO - \underset{CO^2C^2H^5}{CH} \text{———} \underset{CH\langle^{CH^3}_{CH^3}}{CH} \text{———} CH\langle^{CO^2C^2H^5}_{CO^2C^2H^5} + 2H^2O$$

$$= CH^3CO - CH^2 - \underset{CH\langle^{CH^3}_{CH^3}}{CH} - CH^2 - CO^2C^2H^5 + 2C^2H^5OH + 2CO^2.$$

» Merling ayant obtenu la tétrahydrorésorcine par l'action de l'éthylate de sodium sur l'acétylbutyrate d'éthyle, nous avons soumis au même traitement l'acétylbutyrate d'éthyle β-isopropylé, et, au lieu de l'isopropyltétrahydrorésorcine que nous espérions voir se produire, nous avons recueilli un composé éthéré bouillant à 156° sous 10^{mm} et répondant à la formule $C^{16}H^{28}O^4$.

» C'est l'éther éthylique de l'acide hexènedioïque diisopropylé qui a pris naissance par la soudure de deux molécules de β-isopropylacétylbutyrate d'éthyle avec élimination de deux molécules de diméthylcétone :

$$\begin{matrix} & H^3C \quad CH^3 & & H^3C \quad CH^3 \\ & \diagdown\ \diagup & & \diagdown\ \diagup \\ & CH & & CH \\ & | & & | \\ CH^3 - CO - CH^2 - & CH - CH^2 - CO^2C^2H^5 & & C - CH^2 - CO^2C^2H^5 \\ & & & \| \\ CH^3 - CO - CH^2 - & CH - CH^2 - CO^2C^2H^5 & & C - CH^2 - CO^2C^2H^5 \\ & | & & | \\ & CH & & CH \\ & \diagup\ \diagdown & & \diagup\ \diagdown \\ & H^3C \quad CH^3 & & H^3C \quad CH^3 \end{matrix} + 2CH^3COCH^3.$$

» La saponification du diisopropylhexènedioate d'éthyle fournit un mélange de deux acides isomériques que nous avons pu séparer et qui répondent à la formule

$$\begin{matrix} {}^{CH^3}_{CH^3}\rangle CH - & C - CH^2 - CO^2H \\ & \| \\ {}^{CH^3}_{CH^3}\rangle CH & C - CH^2 - CO^2H \end{matrix} :$$

» 1° L'acide diisopropylhexènedioïque cristallisé en fines aiguilles fusibles à 156°-158°;

» 2° L'acide diisopropylhexènedioïque cristallisé en tables incolores fusibles à 117°-119°:

	Trouvé.	Théorie.
C......................	63,09	63,16
H......................	8,87	8,77

» Ces deux acides sont stéréoïsomères, ainsi que l'indique la formule de constitution; nous n'avons pas jusqu'ici déterminé quel est celui d'entre eux qui a ses carboxyles en position cis ou cis-trans. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'oxydation des ammoniaques composées par les ferments du sol.* Note de M. E. Demoussy, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« L'étude de la nitrification dans la terre arable conduit à admettre que la matière humique passe à l'état d'ammoniaque avant de pouvoir être nitrifiée, et que c'est la résistance qu'elle offre aux agents de décomposition qui est la cause de la lenteur de la formation des nitrates dans les terres. D'après MM. Müntz et Coudon, la fermentation ammoniacale du sol doit être attribuée à des ferments figurés d'espèces diverses. Nous pouvons nous faire une idée du mode d'action de ces organismes en nous rappelant les travaux de MM. Berthelot et André, qui ont fait voir que la matière organique de la terre présente des propriétés la rapprochant des amides : d'où l'on peut déduire que l'ammoniaque prend naissance par la fixation de l'eau sur cette matière organique du sol. On sait d'ailleurs que des agents d'hydrolyse existent dans le sol : en ensemençant avec de la terre des solutions d'urée ou d'albumine, qui renferme des noyaux amidés, on observe, après quelques jours, la formation d'ammoniaque.

» Mais il est vraisemblable que la matière azotée de la terre, semblable en cela à l'asparagine, doit renfermer, outre la fonction *amide*, la fonction *amine*. Or, si nous voyons facilement comment l'azote des amides passe à l'état d'ammoniaque, nous ne concevons plus aussi bien la transformation des amines; l'hydratation, en effet, ne peut plus expliquer la formation d'ammoniaque, et il est même permis de se demander si ces corps ne sont pas nitrifiés directement.

» J'ai pensé qu'il était intéressant de rechercher comment se comportent les amines lorsqu'elles sont mises en présence des ferments de la terre arable. Je me suis adressé d'abord à la plus simple d'entre elles, à la monométhylamine.

» Des ballons de culture, renfermant 100cc d'eau, 1gr de carbonate de chaux, 0gr,01

de phosphate de potasse et un poids de sulfate de méthylamine représentant $0^{gr},010$ d'azote, ont été stérilisés, ensemencés avec quelques parcelles d'une terre de jardin et placés à l'étuve à 30°.

» Après quatre jours les liquides donnaient avec le réactif de Nessler un précipité brun rougeâtre (la monométhylamine donne un précipité jaune citron tout à fait différent); vraisemblablement de l'ammoniaque avait pris naissance.

» Mais pour l'affirmer il était indispensable de s'appuyer sur un fait qui ne laissât pas de doutes sur la transformation de la méthylamine en ammoniaque. Sur les conseils de M. Dehérain j'ai eu recours à une analyse eudiométrique qualitative : en extrayant à l'état gazeux la base azotée, contenue dans les liquides de culture, et en la faisant brûler dans l'eudiomètre il était facile de voir si c'était une amine ou de l'ammoniaque; la présence ou l'absence d'acide carbonique tranchait la question.

» Par suite de l'extrême solubilité de l'ammoniaque et de la méthylamine dans l'eau, la distillation avec de la magnésie de solutions étendues de ces corps ne permet pas d'en recueillir une trace sur la cuve à mercure : tout est condensé en chemin en même temps que la vapeur d'eau entraînée. On s'est alors arrêté au procédé suivant :

» Le liquide à analyser est filtré, additionné d'une goutte d'acide sulfurique et évaporé à sec en présence d'un peu de pierre ponce pulvérisée pour servir de support. Le résidu est mélangé rapidement avec de la chaux sodée, puis introduit dans un tube dont l'extrémité est fermée à la lampe. Dans ces conditions il suffit de chauffer légèrement pour obtenir un mélange d'air et de base azotée.

» En opérant ainsi sur une solution de sulfate de méthylamine non soumise à l'action des ferments, on obtient un gaz qui fournit de l'acide carbonique par combustion dans l'eudiomètre; la chaux sodée ne transforme pas les amines en ammoniaque.

» La combustion d'un gaz provenant d'une culture âgée d'une huitaine de jours n'a pas donné d'acide carbonique; d'un tel liquide on n'a pu extraire que de l'ammoniaque. Il était donc bien démontré que la monométhylamine s'était intégralement transformée en ammoniaque. Cette transformation n'a pas lieu dans des liquides stériles; elle ne se fait pas non plus en l'absence de carbonate de chaux.

» En continuant à observer les cultures où l'ammoniaque avait pris naissance, on vit les nitrites apparaître le sixième jour, puis disparaître après deux semaines, étant remplacés par les nitrates; il n'y avait plus d'ammoniaque depuis treize jours.

» Ainsi la monométhylamine soumise à l'action des ferments du sol se transforme d'abord en ammoniaque ; c'est seulement ensuite qu'apparaissent les acides nitreux et nitrique.

» Comment se fait cette transformation? Si l'on considère la formule de la monométhylamine, AzH^2CH^3, on est conduit à penser que c'est par oxydation que disparaissent le carbone et l'excès d'hydrogène; c'est ce que j'ai

pu vérifier. En effet, d'une part, les ferments du sol n'agissent pas sur l'amine lorsque les cultures sont maintenues dans le vide; d'autre part, en atmosphère confinée, il y a formation d'un peu d'ammoniaque avec absorption d'oxygène et dégagement d'acide carbonique.

» Ces faits étant établis pour l'amine la plus simple, on a cherché comment se comporte un composé un peu plus complexe, la triméthylamine. Ce n'est que treize jours après l'ensemencement que le liquide renferme des traces d'ammoniaque indiquées par le réactif de Nessler, qui ne donne qu'un louche insignifiant avec la triméthylamine. Le dix-huitième jour une analyse eudiométrique, conduite comme précédemment, montrait que la matière carbonée n'était pas encore complètement transformée; mais quelques jours plus tard on a pu obtenir un gaz ne renfermant que de l'ammoniaque.

» Des cultures dans le vide ont prouvé que l'oxygène est nécessaire pour que l'ammoniaque puisse apparaître.

» L'oxydation de la triméthylamine est beaucoup plus lente que celle de la monométhylamine; la plus grande complexité de la molécule suffit pour expliquer cette résistance; mais on peut aussi attribuer le retard observé à une action nuisible de la triméthylamine sur les ferments du sol; j'ai constaté, en effet, qu'une faible quantité de sulfate de cette base, introduite dans des solutions de sulfate d'ammoniaque ensemencées d'un peu de terre, retardait l'apparition des nitrites.

» On n'a jamais observé la formation de monométhylamine pendant l'oxydation de l'amine tertiaire; les trois groupes méthyl sont donc attaqués simultanément; on sait qu'il n'en est pas de même lorsqu'on oxyde la triméthylamine par des réactifs chimiques : il se fait un peu d'amine primaire.

» On a encore fait agir les microrganismes du sol sur des bases encore plus complexes, sur l'aniline, la pyridine et la quinoléine. Prévoyant que ces corps devaient être peu favorables au développement des ferments, on a préparé deux séries de solutions : dans la première, le poids d'amine introduit représentait 10^{mgr} d'azote pour 100^{cc} de liquide; cette quantité était réduite à 5^{mgr} dans la seconde série.

» L'oxydation a été très lente; ce n'est qu'après dix-huit jours que des traces d'ammoniaque se sont montrées dans les solutions d'aniline les plus étendues, et après un mois seulement que sa présence a été hors de doute. Pour les solutions plus concentrées la réaction de l'ammoniaque n'a été bien visible qu'après deux mois.

» La pyridine est encore plus résistante : il a fallu attendre deux mois pour voir apparaître l'ammoniaque dans les solutions étendues, et plus de

trois mois quand les solutions présentaient une concentration double. Dans ces conditions il devient d'ailleurs difficile d'observer l'ammoniaque par suite de sa nitrification, retardée, il est vrai, par l'action toxique de l'amine non transformée.

» La quinoléine enfin n'a donné naissance à des traces d'ammoniaque qu'après plus de quatre mois.

» En résumé, sous l'influence des ferments de la terre, les amines sont simplifiées et, par oxydation, deviennent de l'ammoniaque qui seule peut passer directement à l'état d'acides azoteux et azotique. La transformation est d'autant plus pénible que la molécule de l'amine est plus complexe; on conçoit donc que l'ammonisation, puis la nitrification de la matière azotée du sol, extrêmement condensée, se fassent avec une très grande lenteur. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Bacilles du béribéri*. Note de M. **Gustave Nepveu**, présentée par M. Bouchard.

« Les caractères purement morphologiques des bacilles dans le béribéri sont tout à fait spéciaux. Aussi, malgré l'absence de cultures et de preuves expérimentales, genre de recherches qu'on ne peut faire qu'avec des liquides frais, dans les pays d'origine, sous les tropiques, je me crois autorisé à dire que c'est bien au bacille spécifique du béribéri que j'ai eu affaire.

» Les pièces anatomiques qui m'ont servi pour cette étude viennent toutes du Sénégal; elles ont été recueillies dans les meilleures conditions.

» Les bacilles dans le béribéri se présentent sous trois formes : le grand, le moyen, le petit bacille.

» Le *grand bacille* se trouve rarement dans les vaisseaux, à côté des formes suivantes. C'est dans le rein qu'il est le plus développé. On l'y observe soit isolé, soit en bouquets dans la cavité des glomérules, dans celle des canalicules contournés ou dans l'anse de Henle, plus rarement dans les canaux droits; leur longueur est de 6μ, 7μ, 8μ, 9μ, 10μ; leur largeur est de $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$; leur direction est droite ou légèrement courbe; leurs extrémités sont ovoïdes et toujours sombres; des espaces clairs ou sombres, c'est-à-dire colorés, alternent entre eux au nombre de 5, 6, 8, etc. sur les plus longs bacilles. Une très mince ligne de bordure limite le pourtour du bacille.

» Le meilleur procédé pour découvrir le grand bacille est de mordancer des coupes du rein de 3μ par un bain d'alun d'ammoniaque et de sesquioxyde de fer au $\frac{1}{1000}$, de le surcolorer au bleu de Roux et de les décolorer assez fortement; le bleu se fixe sur les espaces sombres et un léger rose colore très élégamment les lignes de bordure et le reste.

» Dans la deuxième forme, les bacilles sont beaucoup moins longs, 3μ à 4μ au maximum; leur largeur de $0^{\mu},3$ environ. C'est, comme le précédent, un bacille à espaces alternativement clairs et obscurs. Ce bacille se trouve en quantité considérable dans certains vaisseaux, veinules, capillaires, artérioles du rein, à tel point qu'il y forme une véritable purée. Par son abondance même, il serait fort difficile à décrire, si l'on ne parvenait à établir ses caractères par une coloration forte et successive avec la fuchsine et le bleu de méthylène; on peut ainsi reconnaître les éléments de ce feutrage si épais.

» Dans la troisième forme, les microbes sont extrêmement petits, en quantité considérable dans le sang; ils ont à peine la largeur des bacilles tuberculeux, mais leur longueur est à peine du double de leur largeur; leur aspect général est celui d'un petit rectangle. On peut les voir avec l'objectif 1,40 et l'oculaire n° 12 de Zeiss; ils donnent aux globules rouges, sur le pourtour desquels ils sont disséminés, comme sur leurs faces, un aspect crénelé.

» Ces trois formes bacillaires sont-elles distinctes? Les grands et moyens bacilles me paraissent être de même nature et fort analogues aux bacilles du choléra des poules et de la septicémie du lapin. Je n'oserais affirmer, vu l'extrême petitesse du petit bacille, que les premiers dérivent ou se rapprochent du dernier, ce qui me paraît probable. Les deux dernières formes s'observent dans le sang de tous les organes : rate, reins, foie, moelle épinière, etc. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure du cirrophore chez les Polynoïdiens* (¹).
Note de M. G. **Darboux** fils, présentée par M. Edmond Perrier.

« Au cours de recherches que je poursuis sur les Aphroditiens, j'ai été amené à constater sur le cirre dorsal, dans la région que (suivant en cela la nomenclature établie par Pruvot et Racovitza) je désignerai sous le nom de *cirrophore*, une structure spéciale dont aucun exemple n'a encore été cité, à ma connaissance, et que je me propose de décrire dans la présente Note.

» Mes observations ont porté sur les espèces suivantes, recueillies à Cette (Hérault) ou à Wimereux (Pas-de-Calais) : *Halosydna clava* Mart., *Lepidonotus squamatus* L., *Lagisca extenuata* Gr., *Lagisca rarispina* Mgr., *Evarne impar* Johnst., *Acholoe astericola* Delle Chiaje, et sur des *Harmothoe areolata* Clpd., qui m'ont été adressées de la Station zoologique de Naples.

(¹) Travail de la Station zoologique de Cette.

» Je me crois autorisé, dans une certaine mesure, en raison de la parfaite uniformité des résultats obtenus, à les généraliser et à les étendre au moins à toute la tribu des Polynoïdiens, dont les principaux types sont représentés dans la liste qui précède.

» Les faits observés étant toujours les mêmes, quelle que soit l'espèce considérée, je me bornerai à décrire ce que j'ai pu observer, par exemple chez la *Lagisca rarispina* Mgr.; les résultats ont été obtenus par l'étude de coupes en série dirigées soit parallèlement à l'axe du cirrophore, soit perpendiculairement à cet axe, et ont pu être contrôlés complètement par l'observation, à l'état vivant, sur la *L. rarispina*, qui, grâce à sa transparence, constitue un sujet d'étude des plus précieux.

» Typiquement, le cirrophore est défini comme une production saillante formée par l'évagination de toute l'enveloppe musculo-cutanée. Cette portion basilaire du cirre contient un diverticule de la cavité générale du corps et, lorsque divers auteurs parlent de la cavité centrale du cirrophore, c'est à ce diverticule qu'ils font allusion.

» Mais, chez les Polynoïdiens, il y aura lieu d'établir une distinction nouvelle. Dans le cirre dorsal de la *Lagisca rarispina* par exemple, on distingue facilement tout d'abord le cirrostyle et le cirrophore. Ce dernier contient, comme d'ordinaire, une évagination de la cavité générale du corps, limitée par l'enveloppe musculo-cutanée. Mais, ici, la partie profonde, non épidermique, de cette enveloppe musculo-cutanée se creuse d'une cavité nouvelle, complètement indépendante de la cavité générale, cavité qui a la forme d'une outre, dont l'axe est confondu avec celui du cirrophore et dont l'ouverture serait dirigée vers le cirrostyle de façon que, si le cirrostyle vient à disparaître, le contenu de la cavité peut s'épancher au dehors par l'ouverture ainsi formée à l'extrémité du cirrophore. Par suite de l'existence de cette poche, le cirrophore et le cirrostyle ne sont plus reliés l'un à l'autre que par une mince membrane annulaire, de nature épidermique. D'ailleurs, dans toute la région du cirrophore, l'épiderme a pris un développement considérable et présente un caractère glandulaire des plus accentués. On y trouve de grandes cellules gorgées de mucus et bordées de toutes parts de fort petites cellules de soutien. L'ensemble constitue de la façon la plus nette un type tout à fait remarquable de la structure désignée par Soulier sous le nom de *structure alvéolaire*. Le mucus sécrété par les cellules glandulaires peut être déversé dans la poche du cirrophore, où l'on en retrouve parfois d'assez grandes quantités.

» Un certain nombre de muscles, circulant dans les parois du cirrophore, viennent tous s'insérer sur le pourtour de son extrémité distale, au point où il se raccorde avec le cirrostyle, et constituent l'appareil moteur de ce cirrostyle. Quant au nerf du cirre, il a, comme d'habitude, une position latérale dans le cirrophore. Mais, après avoir cheminé le long des parois de la poche intrategumentaire, il s'infléchit brusquement et traverse obliquement la cavité de cette poche pour aller dans le cirrostyle, où il prend, comme d'ordinaire, une position axiale.

» Telle est, sommairement décrite, la disposition anatomique dont le

premier exemple est, je crois, fourni par les Polynoïdiens. On peut tirer des faits qui précèdent quelques conclusions que je vais maintenant indiquer :

» *a*. Et d'abord, bien que la surface d'insertion du cirrostyle sur le cirrophore paraisse, à première vue, assez considérable, on voit que, par suite de la structure du cirrophore, les deux parties du cirre ne sont en réalité reliées l'une à l'autre que par une mince membrane annulaire, insérée sur tout le pourtour de la poche intrattégumentaire. Ceci suffirait déjà à expliquer la caducité des cirrostyles.

» *b*. Mais, en outre, en raison de l'énorme développement des cellules muqueuses sur toute sa périphérie, on conçoit que cette poche puisse, lorsque l'animal est irrité, être remplie par le mucus qui, en la distendant, fait éclater ses parois suivant la ligne de moindre résistance, c'est-à-dire précisément au niveau de l'insertion du cirrostyle sur le cirrophore.

» Nous avons donc là une double explication de la fragilité des cirrostyles, si fréquemment signalée par tous ceux qui ont étudié les Polynoïdiens.

» *c*. Je n'ai jamais retrouvé, dans l'élytrophore, de poche intrattégumentaire analogue à celle que je viens de décrire dans le cirrophore.

» Je note, en terminant, que la structure décrite plus haut pour le cirrophore se retrouve encore, chez les Polynoïdiens : 1° dans les cirres anaux, qui ne sont d'ailleurs que des cirres dorsaux modifiés; 2° dans les cirres tentaculaires et enfin 3° dans les trois cératophores (antenne médiane et antennes latérales). »

ZOOLOGIE. — *Sur les allongements de la partie antérieure du corps des Prosobranches et leur influence sur la région correspondante du tube digestif.* Note de M. **Alex. Amaudrut**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La partie antérieure du corps des Mollusques primitifs a été modifiée par des croissances ultérieures produites à des niveaux différents, dont les trois principaux ont intéressé les régions suivantes : 1° la partie libre du mufle située en avant des tentacules (allongement terminal); 2° la partie libre du mufle située en arrière des tentacules (allongement intercalaire post-tentaculaire); 3° la région du dos située en arrière du mufle (allongement intercalaire dorsal). Ces allongements peuvent se présenter isolés ou réunis.

» *a.* L'allongement terminal se présente seul chez *Cypræa, Natica, Murex, Purpura, Buccinum,* etc., et donne une trompe normale akrembolique ou pleurembolique.

» *b.* Les allongements terminal et intercalaire post-tentaculaire se présentent déjà chez *Cassidaria thyrrena, Cassis saburon, Pyrula ficus, Dolium olearium*, et atteignent leur maximum chez les *Conus* et les *Terebra.* Le premier a produit une trompe normale ; le second, de formation plus récente, a donné un tube protecteur (trocart) dans lequel se meut la trompe. Le développement du trocart est la conséquence du besoin de protection de la trompe qui, à l'état de rétraction, ne peut rentrer dans la cavité antérieure du corps, en raison du développement exagéré de l'appareil glandulaire.

» *c.* L'allongement intercalaire post-tentaculaire se présente chez *Xenophora,* où il produit un mufle spécial, très long, à l'extrémité duquel se trouvent les tentacules, ce qui donne à ce dernier l'apparence d'un trocart de Cône.

» *d.* Les allongements terminal et intercalaire dorsal se rencontrent chez les *Strombus,* les *Rostellaria,* etc. Le premier a donné une trompe normale; le second a reporté les tentacules, la trompe et le pied plus ou moins loin en avant du bord du manteau.

» Ces allongements ont eu pour conséquences des modifications profondes dans l'arrangement, la forme et la structure des organes de la cavité antérieure des Mollusques primitifs.

» *Bulbe.* — Deux cas sont à distinguer dans l'allongement terminal : 1° il s'est produit sur une section sensiblement constante et a donné une trompe cylindrique (cas ordinaire); 2° la section de la région de croissance s'est rétrécie de plus en plus, ce qui a produit une trompe conique (*Conus Terebra*). Dans le premier cas, le bulbe a suivi l'allongement, sans cesser de fonctionner; dans le second, le bulbe est resté à la base de la trompe. Cette position rendant son fonctionnement difficile d'abord et impossible ensuite, son atrophie s'est produite de plus en plus (*Conus* et *Terebra*). Le tube contenu dans la trompe de ces derniers n'est pas l'homologue du contenu de la trompe des premiers; il n'appartient pas à l'œsophage, mais à la cavité buccale. Je le désigne sous le nom de *tube buccal*.

» L'allongement terminal qui a donné la trompe cylindrique s'étant toujours produit selon une section plus faible que celle du mufle primitif, le bulbe, pour suivre le sommet de la trompe, a subi un véritable passage à la filière, qui a eu pour conséquences de lui faire prendre une forme cylindrique allongée, de rapprocher les cartilages multiples des formes primitives, d'amener leur fusion en une plaque unique à bords antérieurs relevés, de faire disparaître la plupart des muscles intercartilagineux, etc., en un mot de simplifier la structure du bulbe, tout en consolidant l'appareil de soutien.

» *Poches œsophagiennes.* — Chez les Diotocardes elles sont placées à la

naissance de l'œsophage, immédiatement en arrière du bulbe. Elles présentent dans leur intérieur des bourrelets longitudinaux tordus de 180°; sur elles passent transversalement, en avant, la branche sus-intestinale de la chiastoneurie et, en arrière, l'aorte antérieure.

» L'allongement terminal étant postérieur à la torsion, et le bulbe ayant suivi l'allongement (trompes cylindriques), les poches œsophagiennes se sont divisées en deux parties : l'une, postérieure, est restée en place pour constituer le jabot (*Natica, Cypræa, Cassis*, etc.), l'autre, antérieure, s'est allongée pour donner la portion d'œsophage comprise entre le bulbe et le jabot. Cette dernière ne présente pas trace de torsion, mais le jabot montre toujours dans son intérieur les bourrelets tordus, et ses relations avec l'aorte et le nerf sont les mêmes que chez les Diotocardes, ce qui permet de considérer le jabot, qui appartient topographiquement à la face supérieure de l'œsophage, comme appartenant morphologiquement à sa face inférieure, ramenée en haut par la torsion.

» Le jabot constitue encore une glande intrinsèque, mais chez les Prosobranches supérieurs il s'est séparé de l'œsophage pour donner une glande extrinsèque. Chez les uns la séparation s'est faite d'avant en arrière pour donner la glande de Leiblein et l'on peut suivre les intermédiaires des Cyprées aux Rhachiglosses supérieurs. Chez les autres, au contraire, la séparation s'est produite d'arrière en avant pour aboutir à la glande à venin des Cônes et des (*Vis Terebra*).

» La séparation du jabot d'avant en arrière ne se rencontrant que chez les formes à trompe normale et la séparation d'arrière en avant étant spéciale aux formes pourvues d'un trocart, on peut rattacher l'évolution de ces formations glandulaires au développement et au fonctionnement de la trompe.

» Chez les Prosobranches à trompe de Buccin, la protection de la trompe est assurée par une invagination de sa base qui envahit la cavité antérieure du corps et qui déjà chez les animaux à trompe courte, vient buter contre la partie antérieure du jabot. A mesure que la trompe s'allonge, la rétraction la ramène aussi d'autant plus loin en arrière; elle presse de plus en plus sur le jabot et tend par suite à séparer de plus en plus celui-ci de l'œsophage.

» Chez les formes pourvues d'un tube protecteur, la trompe à l'état d'invagination envahit peu ou pas la cavité antérieure, grâce à un plissement à convexité antérieure de sa gaine, et la séparation du jabot d'arrière en

avant est probablement due à une poussée des organes situés en arrière : dans le *Dolium olearium* la partie détachée de l'œsophage est pressée par la portion antérieure des puissantes glandes salivaires.

» Chez les formes à allongement dorsal (Strombe, Rostellaire), l'allongement ayant intéressé la région primitivement tordue, la partie postérieure des poches œsophagiennes est représentée par un jabot allongé, peu différencié extérieurement de l'œsophage, mais présentant toujours, dans son intérieur, les bourrelets tordus et, à sa surface, les relations constantes avec le nerf et l'aorte. »

ZOOLOGIE. — *Sur une Grégarine cœlomique présentant, dans son cycle evolutif, une phase de multiplication asporulée.* Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Grégarines cœlomiques, ou Monocystidées proprement dites, actuellement connues sont peu nombreuses. Nous avons eu l'occasion d'en étudier une espèce nouvelle, parasite dans la cavité générale du *Dodecaceria concharum* Œrst. (Annélide de la famille des Cirratuliens) et intéressante à divers titres. Nous l'appellerons *Gonospora longissima*.

» I. Les *Gonospora* sont généralement assez courtes et claviformes. C'est le cas de l'espèce que nous étudions, quand elle est jeune. Mais elle atteint une taille extrêmement considérable et forme des filaments qui peuvent avoir $1^{cm},5$ ou même 2^{cm} de longueur. L'endoplasme est constitué par de très fins granules qui sont sans cesse en mouvement par suite de contractions péristaltiques très actives et se propageant d'un bout à l'autre de la Grégarine; la forme de celle-ci est, par suite, très irrégulière. Le noyau elliptique présente un ou plusieurs nucléoles; il est entraîné par les contractions.

» Il se forme des chaînes ou *associations* de deux ou plusieurs individus. L'extrémité de l'un s'enfonce alors parfois dans celle de l'autre en l'invaginant en doigt de gant, phénomène observé antérieurement chez les *Didymophyes* de Stein. Mais ici nous avons vu, dans certains cas, *avec une entière certitude,* que la cloison de séparation entre deux individus associés était détruite; les mouvements des granules et le déplacement des noyaux ne laissent aucun doute relativement à ce fait.

» Les kystes sont sphériques et de taille variable ($0^{mm},3$ à $0^{mm},4$ de diamètre); ils semblent pouvoir se former aux dépens d'un ou de deux individus. Les spores sont piriformes comme chez les autres *Gonospora;* le pôle mince est en pointe mousse comme chez la *G. Terebellæ* Schn.; le grand axe mesure 10 μ à 12 μ, le diamètre transversal maximum 5-6 μ. Il y a huit sporozoïtes et un reliquat sphérique noircissant par l'acide osmique.

» II. La Grégarine ou ses kystes se rencontrent *constamment* chez les individus *épitoques* de *Dodecaceria* (¹). Elle pénètre, *avant la métamorphose*, dans la période où la cavité générale est bourrée de cellules à granulations de réserve éosinophiles. L'*évolution de la Grégarine suit une marche parallèle à celle de l'Annélide*. Les spores sont formées à la maturité sexuelle du *Dodecaceria*, deviennent libres dans la cavité du corps et sont expulsées avec les ovules ou les spermatozoïdes par les organes segmentaires; leur dissémination est ainsi assurée. Chez l'Annélide avec produits génitaux, les cellules mobiles de la cavité générale perdent leurs substances de réserve. Elles constituent alors des phagocytes très actifs englobant les spores libres et s'*attaquant aussi aux Grégarines à l'état végétatif*, qu'elles peuvent arriver à détruire; ce dernier fait est une exception à l'opinion généralement admise.

» Les kystes sont toujours entourés de phagocytes.

» III. Les phases initiales du cycle évolutif des Grégarines cœlomiques sont encore purement hypothétiques. On n'a pas vu l'état intracellulaire comme pour les Grégarines intestinales. On admet généralement que les sporozoïtes, mis en liberté dans le tube digestif de l'hôte, passent rapidement dans le cœlome, et l'on se fonde, pour cela, sur le seul fait que les plus jeunes stades libres dans la cavité générale ne sont guère plus gros que ces sporozoïtes et ont la même forme. Nos observations sur la *Gonospora longissima* comblent cette lacune et mettent en lumière un fait nouveau et très important pour la morphologie générale des Grégarines.

» Si l'on étudie sur des coupes en série l'épithélium intestinal des *Dodecaceria concharum*, *avant la métamorphose*, on trouve, dans la portion antérieure de la région glandulaire, inclus dans les cellules épithéliales, entre le noyau et le plateau, des parasites qui ont l'aspect suivant : 1° de petits corps mesurant de 3^{μ} à 10^{μ} de diamètre, composés d'un noyau d'abord arqué (²), puis sphérique, fortement colorable, et d'une couche périphérique de protoplasme ; 2° des masses analogues aux plus gros de ces corps, mais avec deux ou quatre noyaux groupés vers un des pôles ; 3° des *barillets* formés par 6-8 croissants disposés comme des fuseaux de même pôle sur la surface d'un ellipsoïde ; ces croissants ont 8^{μ} à 9^{μ} de long ; ils présentent, vers une extrémité, un noyau à peu près sphérique, de 2^{μ} à 3^{μ} de diamètre ; 4° des croissants isolés en des points divers des cellules épithéliales.

» Ces diverses productions appartiennent incontestablement à un même organisme parasite. On ne peut les interpréter que comme les diverses phases intra-cellulaires de l'évolution d'un Sporozoaire ; nous les avons énumérées en suivant l'ordre de leur formation. La ressemblance avec les formes eimériennes, endogènes des Coccidies, s'impose. D'autre part, sur

(¹) Mesnil et Caullery, *Sur l'existence de formes épitoques chez les Annélides de la famille des Cirratuliens* (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896).

(²) Les noyaux de cette forme ressemblent beaucoup à ceux des sporozoïtes des spores de la *Gonospora*, souvent nombreuses dans la lumière de cette région du tube digestif.

les très nombreux *Dodecaceria* examinés, nous n'avons jamais trouvé aucun autre stade de Coccidie. Nous ne pouvons donc les rapporter qu'à la Grégarine décrite ci-dessus. Nous concluons donc que les sporozoïtes des spores de *Gonospora*, mis en liberté dans le tube digestif de l'Annélide, pénètrent dans une cellule épithéliale de l'intestin et s'y transforment par croissance et divisions cellulaires en un ensemble de nouveaux sporozoïtes, groupés en barillet. Ces processus constituent une phase de multiplication *asporulée* ou *endogène* étendant l'infection dans l'intérieur d'un même hôte. Ce sont les nouveaux sporozoïtes qui passent dans la cavité générale ; mais nous n'avons pu, jusqu'ici, suivre en détail ce phénomène, naturellement très fugace.

» Ces observations sont d'accord avec les données antérieures. On s'explique en particulier la présence, dans le cœlome, de Grégarines à peine plus grandes que les sporozoïtes initiaux, seule base des hypothèses des auteurs qui nous ont précédés. Mais surtout elles offrent un intérêt considérable pour la conception des rapports entre les Grégarines et les Coccidies. En effet, l'existence d'une multiplication asporulée chez les Coccidies, affirmée d'abord par R. Pfeiffer en 1892 et rigoureusement démontrée, par voie expérimentale, en 1897, par Simond, est aujourd'hui une donnée certaine et générale. Les formes eimériennes propagent la coccidiose par auto-infection dans les tissus de l'hôte ([1]). Les formes en barillet décrites par nous, dans l'évolution de la *Gonospora*, sont l'équivalent et l'homologue des formes eimériennes des Coccidies. Elles constituent, chez les Grégarines, un premier exemple de multiplication *endogène* ou *asporulée*.

» Nous penchons à croire qu'un pareil processus n'est pas particulier à l'espèce étudiée ; des recherches ultérieures détermineront le degré de sa généralité. »

PHYSIOLOGIE. — *Sexe et dissymétrie moléculaire*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les découvertes récentes tendent à généraliser de plus en plus la notion de sexualité et à l'étendre à presque toutes les espèces connues,

([1]) Des observations récentes, surtout celles de Schaudinn et Siedlecki (*Verh. d. deutsch. zool. Gesell.*, 1897) ont mis, en outre, en évidence, des phénomènes de sexualité qui précèdent la formation des kystes des Coccidies.

sauf peut-être quelques-unes très inférieures. Les Coccidies elles-mêmes ne feraient pas exception à cette loi générale et présenteraient, dans leur cycle évolutif, des phénomènes de fécondation. La publication annoncée par le professeur Schenk, de Vienne, d'un procédé de procréation artificielle d'enfants mâles ou femelles à volonté, par le mode d'alimentation de la mère, m'engage à faire connaître une hypothèse sur la nature et l'origine du sexe, hypothèse à laquelle j'ai été conduit par des déductions logiques de faits biologiques connus et dont je poursuis, depuis quelque temps, la vérification expérimentale.

» J'ai été amené, au cours d'une étude systématique de l'hérédité ([1]), à considérer l'*espèce* comme définie, chez les plastides, par la *qualité* chimique de leurs substances vivantes ou plastiques, la *variété*, la *race*, l'étant au contraire, par les proportions quantitatives de ces substances, *indépendamment de toute question de parenté*. Or, dans chaque race, dans chaque variété, il y a deux types différents : le type mâle et le type femelle. A quelle particularité peut donc tenir l'existence de ces deux types, caractérisés l'un et l'autre par les mêmes proportions de substances plastiques *de même qualité*? Le raisonnement, présenté ainsi, conduit à une réponse immédiate : il faut que chaque qualité de substance plastique ait elle-même deux types différents, *quoique de même composition chimique*, et l'on est immédiatement amené à chercher ces deux types dans la dissymétrie moléculaire, hypothèse d'autant plus vraisemblable que les protoplasmas sont connus pour être des corps dissymétriques.

» Il suffit que *quelques-unes* des substances plastiques des plastides aient un type dissymétrique droit et un type dissymétrique gauche ; la prépondérance de l'un ou l'autre type déterminerait le sexe du plastide, et cette prépondérance serait naturellement plus accusée dans les éléments sexuels mâles et femelles, dans lesquels l'un de ces types pourrait même exister à l'état de pureté....

» La vérification expérimentale de l'hypothèse précédente est beaucoup plus difficile qu'elle ne le paraît au premier abord. Les éléments sexuels sont très petits ou bien sont encombrés d'une quantité considérable de vitellus nutritif qui gêne les observations en lumière polarisée. Beaucoup de substances nutritives sont elles-mêmes douées de pouvoir rotatoire et

([1]) *Évolution industrielle et hérédité. Théorie de la variation quantitative.* Paris ; Alcan, 1898.

les combinaisons de substances actives les unes avec les autres donnent des produits dont l'étude optique est bien complexe. Il faudra étudier, au point de vue de la dissymétrie moléculaire, les aliments qu'utilisent les deux sexes; mais une nouvelle difficulté s'introduira dans cette étude, aussi bien que dans celle des produits excrémentitiels mâles et femelles, parce que, sauf peut-être dans les éléments sexuels, il y aura dans tous les plastides du corps un *mélange* de substances droites et gauches. En effet, même si l'on suppose que l'un des types de substance existe à l'état de pureté dans les éléments sexuels mâles et l'autre type dans les éléments femelles, l'œuf fécondé et, par suite, tous les tissus qui en dérivent, contiendra forcément, en vertu du phénomène même de la fécondation, un mélange de substances des deux types; ce sera donc seulement la *prépondérance* de l'un ou l'autre type dans les tissus d'un être qui déterminera son sexe, et les substances alimentaires et excrémentitielles ne différeront, pour les deux sexes, que quantitativement.

» La question de la nutrition est très importante, et c'est peut-être son étude qui donnera la solution du problème. On sait, en effet, que tel corps dissymétrique, susceptible de se combiner avec le type droit d'un autre corps également dissymétrique, peut être incapable de se combiner avec le type gauche du même corps. M. Pasteur a trouvé une Mucédinée qui, dans une solution de paratartrate d'ammoniaque, se nourrissait *uniquement* du tartrate droit sans toucher au tartrate gauche; on connaît aujourd'hui d'autres espèces vivantes jouissant d'une propriété analogue et aussi des bactéries qui donnent, comme produit excrémentitiel, une substance droite ou gauche à l'exclusion du type opposé. *Or ceci se produit chez des êtres dans lesquels on n'a jamais vu de fécondation*, ce qui serait déjà un argument en faveur de l'hypothèse d'une relation entre le sexe et la dissymétrie moléculaire. Il y aurait là un exemple de *sexe absolu*, sans sexualité, telle espèce ne contenant peut-être que le type droit d'une ou plusieurs substances plastiques, à l'exclusion du type gauche.

» La maturation de l'ovule par expulsion des globules polaires serait une épuration donnant un plastide absolument femelle (présence exclusive d'un type dissymétrique donné) chez un être dont les autres tissus présentaient seulement la prépondérance du type femelle; ce serait le contraire pour la maturation du spermatozoïde chez le mâle.

» A la fécondation, le sexe de l'œuf serait déterminé par la prépondérance des substances droites ou gauches apportées par l'ovule et le sper-

matozoïde et serait donc mâle ou femelle suivant que le spermatozoïde serait plus *frais* que l'ovule ou réciproquement (1), puisque, depuis leur maturation jusqu'à la fécondation, les éléments sexuels, plastides incomplets, sont à l'état de destruction plastique lente.

» Mais le sexe de l'œuf, ou du moins de l'être qui en résulte par développement embryologique, pourrait être ensuite modifié par l'alimentation suivant la nature droite ou gauche des aliments, telle substance plastique droite se multipliant plus vite que sa congénère gauche dans un milieu où dominerait un type donné d'aliments dissymétriques, ce qui ferait succéder la prépondérance du type droit à la prépondérance initiale du type gauche. C'est par des phénomènes de cette nature qu'on pourra expliquer, il me semble, les expériences de détermination du sexe par l'alimentation, comme celles de Molliard sur le chanvre et celles qu'annonce en ce moment le professeur Schenk.

» L'hypothèse que je viens d'exposer se vérifie *a posteriori* par la facilité avec laquelle elle permet d'expliquer des phénomènes très généraux et très bien connus, comme l'attraction du spermatozoïde par l'ovule, le rajeunissement karyogamique des ciliés, la stérilité de certains hybrides, le retour à la forme ancestrale des produits de croisement, la ressemblance tantôt croisée, tantôt directe, du père avec la fille et de la mère avec le fils, etc.... Il importe cependant de mettre en évidence expérimentalement la relation entre le sexe et la dissymétrie moléculaire des substances plastiques; je m'en occupe pour ma part, et je voudrais que cette notion nouvelle intéressât quelques savants mieux armés que moi pour les recherches d'Optique physique. »

M. **Edmond Perrier** présente, au sujet de la Note de M. *Le Dantec*, les observations suivantes :

« Les nombreuses recherches dont l'origine des éléments génitaux et de leurs caractères distinctifs a été l'objet, aussi bien dans le règne animal que dans le règne végétal, ont donné, dans les deux règnes, des résultats concordants de nature à légitimer les recherches expérimentales dans les-

(1) Si l'on suppose, naturellement, que, chez l'ovule *frais*, la quantité des substances d'un type dissymétrique est à peu près équivalente à la quantité des substances du type opposé dans le spermatozoïde *frais*. Cela n'a pas toujours lieu et l'on connaît bien des exemples d'unions dans lesquelles le sexe d'un des conjoints est prépondérant.

quelles M. Le Dantec est engagé, et qui auraient, si l'on en croit certains bruits, abouti, dans le laboratoire du professeur Schenk, à des résultats effectifs. Il y a déjà dans, le règne animal, des exemples de détermination du sexe : les plus remarquables sont relatifs aux Abeilles (Dzierzon) et aux Rotifères (Maupas); dans les deux cas, les œufs non fécondés évoluent de manière à donner naissance à des mâles, tandis que les œufs fécondés donnent régulièrement naissance à des femelles. Il semble, au premier abord, que ces phénomènes de détermination du sexe se présentent avec un caractère tout à fait exceptionnel, puisque la règle, aussi bien dans le règne végétal que dans le règne animal, est que les œufs non fécondés ne se développent pas. Toutefois, si l'on considère que les Insectes et les Rotifères sont des animaux très éloignés; que si le mode de reproduction des Abeilles, malgré l'identité dans la cause de la détermination du sexe, est très différent de celui des Rotifères, il y a d'autres Arthropodes où les choses se passent à très peu près comme chez ces derniers (*Branchipus*, *Apus*, Cladocères, divers Ostracodes, *Cynipidæ*, Pucerons, Cochenilles); il faut bien reconnaître qu'il y a là quelque chose de général. Chez tous ces animaux, en effet, des individus, issus d'œufs normalement fécondés, produisent des œufs qui, sans fécondation, donnent naissance à des individus semblables à celui d'où ils proviennent, et jouissent de la même faculté de se reproduire sans fécondation, faculté dite de *parthénogénèse;* la série de ces reproductions parthénogénétiques est close par l'apparition de mâles et de femelles qui s'accouplent. Les femelles pondent des œufs différant par des caractères très nets des œufs parthénogénétiques; en particulier, leur développement présente toujours un temps d'arrêt, tandis que le développement des œufs parthénogénétiques est immédiat.

» Les recherches de M. Maupas ont éclairé le phénomène de la production des individus sexués chez les Rotifères, et il est vraisemblable que des résultats analogues pourraient être obtenus dans tous les groupes où l'on observe la même succession de phénomènes. Lorsqu'un individu producteur d'œufs parthénogénétiques est soumis à une température supérieure à 20°, *avant qu'il ait pondu ou même que ses œufs aient atteint un certain degré de développement*, les œufs qu'il pondra donneront naissance à des individus différant assez souvent de leur progéniture par certains caractères extérieurs, en différant toujours par les dimensions plus petites de leurs œufs. Les producteurs de ces petits œufs sont les véritables femelles. Seules, en effet, elles sont aptes à être fécondées, *à l'exclusion des*

individus producteurs de gros œufs; ces individus ne peuvent donc pas être considérés comme sexués. L'élévation de la température a eu pour effet de faire apparaître non pas le *sexe*, mais la *sexualité*, c'est-à-dire l'*aptitude à produire des individus d'un sexe déterminé*. Effectivement, si ces femelles ne sont pas fécondées, de leurs œufs qui se développent immédiatement ne sortent que des mâles. Si l'un de ces mâles vient à s'accoupler avec une femelle, l'œuf de celle-ci change de caractère, se rapetisse encore, se revêt d'une coque opaque diversement ornementée et son contenu, après avoir atteint un degré plus ou moins avancé de développement, passe à l'état de vie ralentie; ces œufs sont de véritables kystes permettant à l'embryon de traverser les périodes critiques de l'année.

» Malgré les apparences, la température n'ayant rien à faire avec la différenciation des sexes chez les Rotifères, cette différenciation chez ces derniers est ramenée au cas bien connu des Abeilles, et l'on doit se demander comment il se fait que la sexualité puisse être distincte de la différenciation sexuelle. Toutes les recherches récentes sur les éléments sexuels ont montré que ces éléments présentaient un caractère commun par lequel ils diffèrent des éléments constitutifs de l'organisme qui les produit. Au cours de leur multiplication on reconnaît dans le noyau de ces derniers la présence de corpuscules spéciaux en forme de U ou de Y, fortement colorables par le carmin; ce sont les *chromosomes*. Ces corpuscules sont en nombre constant pour chaque organisme : soit $2n$, ce nombre; il est réduit de moitié dans les éléments sexuels et égal à n, aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. De nombreuses observations, portant sur divers types, rendent très vraisemblable que l'absence de sexualité chez les œufs parthénogénétiques des Rotifères tient à ce qu'ils n'ont pas subi cette réduction du nombre des chromosomes; l'élévation de la température la détermine; elle permet dès lors la formation des éléments mâles et des œufs véritables.

» La question se pose maintenant de déterminer la cause de la réduction du nombre des chromosomes qui caractérise les éléments sexuels. Un point qui semble de plus en plus fermement établi, c'est que les deux sortes d'éléments sexuels sont dérivées d'un élément reproducteur commun, primitivement asexué; cet élément, apte d'abord à se développer directement, a perdu ensuite cette faculté, comme s'il était devenu incomplet; le développement n'est demeuré possible que par suite de l'union de deux éléments d'abord semblables (*conjugaison*), mais qui, par la suite, sont devenus très dissemblables; et comme, dans cette union, un des éléments

le plus gros, dit *élément femelle*, paraissait absorber l'autre, il a semblé qu'il était l'élément principal et que l'union des deux éléments avait pour but sa *fécondation*. Du fait que les éléments sexuels ont été primitivement semblables il résulte que *l'explication de leurs caractères communs, en particulier de la réduction du nombre de leurs chromosomes, doit s'appliquer à l'un comme à l'autre*. Cette explication pour la phase où les deux éléments sont encore semblables et pour l'élément femelle se déduit clairement des faits déjà connus. L'élément femelle est caractérisé par l'abondance du protoplasme qui entoure son noyau, par la richesse de ce protoplasme en substances nourricières. Or il résulte des recherches de M. Maupas sur les Infusoires que la production du protoplasme et des matériaux de réserve, est sous la dépendance de la substance des chromosomes, et qu'à ce travail cette substance s'use au point que son renouvellement devient, au bout d'un certain temps, nécessaire (*rajeunissement karyogamique*). Le noyau des éléments reproducteurs n'échappe pas à cette loi : il s'use et c'est au cours de l'expulsion de ces parties usées que s'effectue, par l'expulsion des *globules polaires* ou *corpuscules de rebut*, la réduction du nombre des chromosomes de l'œuf. Un élément reproducteur riche en matériaux nutritifs n'ayant plus qu'un noyau usé ou réduit est incapable d'évoluer; de là la nécessité de la conjugaison ou de la fécondation qui restaure le noyau.

» L'anthérozoïde des plantes et le spermatozoïde des animaux sont dans de tout autres conditions. Ce dernier surtout est caractérisé par l'absence de toute substance de réserve dans son protoplasme et par la réduction de ce dernier à ce qui est strictement nécessaire pour assurer sa locomotion, soit à l'aide de mouvements amiboïdes (*Nématodes*), soit à l'aide de mouvements vibratiles. Son noyau ne s'est donc pas usé; il est cependant réduit et nous nous trouvons, ainsi que nous l'avons fait remarquer tout à l'heure, dans la nécessité paradoxale d'expliquer sa réduction par l'usure qui a déterminé cette réduction dans l'élément femelle.

» On échappe à cette contradiction par l'application d'une des lois de l'hérédité qui intervient constamment, souvent dès la segmentation de l'œuf, dans les phénomènes embryogéniques, qui permet de les comparer et de les coordonner rigoureusement, mais à laquelle les embryogénistes se bornent d'ordinaire à faire allusion en termes inexacts ou dénués de précision, sans essayer d'en mesurer les effets. C'est la loi de la *tachygénèse* ou de l'*accélération embryogénique* dont j'avais déjà signalé l'importance en

1881 ([1]). Elle exprime ce fait que l'*hérédité, en se substituant aux causes extérieures qui ont produit une succession donnée de caractères, tend à produire cette succession de plus en plus rapidement et arrive à le faire d'une manière tout à fait indépendante des causes qui l'ont déterminée.* En conséquence, il est tout à fait normal que les réductions du nombre des chromosomes, qui était primitivement un phénomène d'épuration du noyau, consécutif du travail et de l'usure de celui-ci, ait pu, dans certains cas, se produire, par hérédité, indépendamment de tout travail et de toute usure du noyau, d'une manière de plus en plus précoce. Il est évident qu'un noyau ainsi réduit sera peu capable de produire des matières alibiles et du protoplasme. L'application de la loi de la tachygénèse permet donc de prévoir la formation et les caractères d'éléments n'ayant que la moitié du nombre normal de chromosomes, n'ayant pas de réserves et peu de protoplasme, incapables d'évoluer par eux-mêmes, mais capables d'apporter aux éléments qui n'ont pas été affectés par la tachygénèse justement ce qui leur manque pour évoluer. Le jour où ces éléments se sont régulièrement produits, les éléments mâles ont été réalisés.

» Cette explication de l'origine des éléments mâles fondée sur la tachygénèse permet de comprendre pourquoi chez les animaux hermaphrodites le sexe mâle se développe généralement le premier (*protandrie*); pourquoi, dans les formes bourgeonnantes fortement affectées de tachygénèse, un certain nombre de générations exclusivement mâles précèdent les générations femelles ou hermaphrodites (Botryllidæ, Pyrosomidæ); pourquoi les formes fixées ou parasites à développement rapide sont souvent des mâles rudimentaires (beaucoup de Cirripèdes, *Bopyridæ*, Rotifères, etc.), et même pourquoi la fécondation est susceptible de transformer des œufs qui, sans elle, ne produiraient que des mâles en des œufs qui produisent des femelles et dont le sexe semble, par conséquent, interverti.

» C'est donc une différence dans la rapidité de la réduction des chromosomes, entraînant une différence fondamentale dans le mode de nutrition de l'élément, suivant qu'elle se produit plus tard ou plus tôt, qui distingue les éléments mâles des éléments femelles. Il n'est pas impossible de rattacher cette différence aux causes indiquées par M. Le Dantec; mais ces causes devront nécessairement se raccorder avec celles que nous venons d'indiquer

([1]) *Les Colonies animales et la formation des organismes*, 1re édition, p. 726. La loi est ici désignée sous le nom de *Principe de l'accélération métagénésique*.

ou les englober. Il n'y a rien d'invraisemblable, d'autre part, à ce qu'une différence dans le mode de nutrition des organismes producteurs des éléments sexués influe sur la façon dont s'accomplit, chez leurs descendants, la réduction karyogamique et provoque par conséquent l'apparition de tel ou tel sexe. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le prétendu* chloragogène *de la cavité générale des Ophélies.* Note de MM. **J. Kunstler** et **A. Gruvel**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le liquide de la cavité générale de l'Ophélie commune contient des éléments particuliers d'une constitution fort remarquable et qui sont surtout caractérisés par la présence d'un axe médian, interne, plus ou moins vivement coloré.

» En 1894, il a été soutenu que ces éléments n'étaient autre chose que des amibocytes ordinaires dans la substance desquels se creusaient des vacuoles, où se déposaient des granulations de nature excrétrice. La fusion, suivie d'une soudure complète, de ces corpuscules serait l'origine de l'axe.

» La nature chimique de l'axe est assez particulière. Toutes les réactions microchimiques concourent à démontrer que c'est là non pas de la chitine ordinaire, mais une variété spéciale de cette substance, ne contenant aucune trace d'un corps quelconque de la série xanthique.

» Comment concilier cet état chimique avec le point de vue auquel se place *Schæppi*, après *Eisig*, et considérer ce produit de la sécrétion du photoplasme, si répandu, comme un résultat de la fonction désassimilatrice de la substance vivante, sorte de chloragogène spécial aux cellules lymphatiques des Ophélies?

» Nulle part, jusqu'ici, on n'a observé un rejet continu de chitine pure, dans des conditions telles que l'on puisse comparer le phénomène à une excrétion avec ses caractères ordinaires.

» Du reste, la manière dont se développe l'axe en question et la structure même de cet axe sont en contradiction formelle avec les assertions mentionnées plus haut.

» Jamais l'axe ne se constitue aux dépens de sphérules de chitine préexistantes. En effet, il en est de toutes les dimensions et de tous les diamètres, depuis ceux d'un simple bacille, jusqu'à la taille normale. C'est indubitablement un accroissement progressif qui donne lieu aux parties adultes. Dans toute cette évolution, on ne saurait constater, nulle part, la moindre trace de fusion de globules. Mieux encore, la constitution de l'axe oppose un obstacle absolu à cette conception.

» Ainsi, après décoloration à la potasse bouillante, et même quelquefois à

l'observation directe, l'axe chitineux présente une structure des plus nettes et bien en rapport avec son mode de formation véritable.

» Sa substance laisse voir des stries d'accroissement, parallèles, continues, s'étendant à l'ensemble du bâtonnet avec une régularité et une symétrie parfaites, telles, du reste, que le montre la substance chitineuse typique.

» Dans la région axiale du bâtonnet, toute trace de couches régulières fait défaut; l'on y perçoit une substance granuleuse qui paraît remplir tout l'intérieur, à l'exception, peut-être, de certains points qui semblent constituer parfois de véritables cavités.

» Du reste, ces axes chitineux arrivent si régulièrement à des dimensions à peu près analogues et à des aspects plus ou moins identiques, qu'une évolution à ce point régulière ne saurait qu'éveiller l'idée de formations bien définies.

» Il a été avancé qu'entre les amibocytes véritables et les éléments particuliers qui nous occupent ici il existait tous les passages.

» Cette affirmation est en contradiction formelle avec diverses observations. Tout d'abord, les formes les plus petites de nos éléments spéciaux sont de dimensions plus minimes même que les amibocytes les plus petits, quoiqu'elles contiennent déjà un petit axe bien formé présentant les particularités caractéristiques ordinaires.

» D'un autre côté, la constitution du protoplasma des amibocytes et de ces jeunes éléments est bien différente; elle suffirait amplement à établir une distinction nette.

» Il en est de même des différences que l'on peut rencontrer entre les pseudopodes et les éléments nucléaires de ces deux sortes de corps.

» Ainsi, quelles que soient les dimensions de nos éléments, on y trouve toujours un axe, dont l'origine paraît être double. Et c'est l'accroissement progressif de cet axe qui constituera le bâtonnet si apparent des éléments adultes, en même temps que le protoplasma prend une constitution caractéristique.

» Le mode de reproduction le plus ordinaire de ces éléments consiste en une *multiplication nucléaire* accompagnée de proliférations plus ou moins abondantes de l'axe.

» Le noyau, quand il est seul, se trouve placé, le plus souvent, dans une courbure qui existe généralement au milieu de l'axe; mais il peut aussi être situé tout autre part. Quand il en existe plusieurs, ils sont répartis de façons les plus diverses, dans toute la masse du corps.

» La multiplication du noyau se fait toujours, par un processus de division simple, dite *directe*.

» Après la séparation des noyaux de nouvelle formation, il semble se produire, au sein de la masse protoplasmique, un groupement énergidique

qui est le point de départ d'un ou plusieurs jeunes individus. Chacun de ces groupements comprend un noyau et un ou plusieurs bourgeons axiaux, le tout enveloppé d'une couche variable de protoplasma.

» Il est donc à remarquer que cet axe diffère profondément de toutes les formations chitineuses ordinaires par une activité vitale inconnue dans ce genre de tissu.

» Pendant toute la période de la vie de ces éléments, que l'on peut qualifier d'adulte, ce bâtonnet montre une tendance à se couvrir de gibbosités qui s'accentuent de façon à devenir de véritables bourgeons.

» Le résultat ultime de ce processus est la formation d'un nombre variable, souvent énorme, de bourgeons, qui finissent par se détacher pour devenir libres. Il arrive même, vers la fin de la période de la vie individuelle, que ce phénomène de prolifération prend une telle extension que la totalité du bâtonnet se transforme en un amas de corpuscules. Ce phénomène peut être poussé encore plus loin, de façon que l'on puisse le comparer à une véritable pulvérisation.

» L'axe diffère encore de la chitine par des propriétés chromophiles d'une grande intensité; il se colore vivement par tous les réactifs nucléaires, beaucoup plus même que le véritable noyau. Toutefois, il diffère de la nucléine en ce qu'il est insoluble dans les alcalis étendus ou concentrés bouillants, dans l'acide chlorhydrique concentré et fumant, dans l'acide azotique, etc.

» On rencontre quelquefois dans le liquide cavitaire de véritables amas d'axes, de tous âges, de toutes formes et de toutes dimensions; ces amas, constitués quelquefois par un très petit nombre de bâtonnets et d'autres fois par une quantité considérable, sont contenus dans des masses protoplasmiques généralement plus ou moins ovalaires, qui paraissent correspondre à des sortes de plasmodes, dus à la réunion d'un nombre variable d'individus.

» En terminant, nous citerons encore quelques faits susceptibles de jeter une certaine lumière sur la valeur morphologique à attribuer aux éléments à bâtonnets.

» Remarquons d'abord qu'il est des Ophélies qui, sans aucun doute, sont absolument dépourvues de ces éléments. Le fait est rare, mais hors de doute. Chez d'autres individus, il peut y en avoir très peu ou bien une quantité relativement énorme. D'un autre côté, les différentes Ophélies observées montrent souvent des collections d'éléments à aspects concordants. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence d'une faune malacologique polybathyque dans les grands fonds de l'Atlantique et de la Méditerranée.* Note de M. **Arnould Locard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Lorsqu'on examine la répartition bathymétrique des Mollusques marins vivant au voisinage de nos côtes, aussi bien dans l'Atlantique que dans la Méditerranée, on constate que cette répartition s'effectue dans d'étroites limites, très exactement définies. Dans notre Conchyliologie française, par exemple, nous avons été conduit à répartir cette faune suivant trois zones parfaitement limitées et dont l'extension varie à peine de quelques mètres : une première zone, ou zone *littorale*, correspond au niveau superficiel du balancement des marées; une seconde zone, ou zone *herbacée*, correspond aux vastes prairies sous-marines des Zostères, des Posidonies, des Laminaires, ne dépassant jamais de 27^{m} à 28^{m} de profondeur, aussi bien dans l'Atlantique que dans la Méditerranée; enfin, entre ces 27^{m} à 28^{m}, et jusqu'à 72^{m} ou 75^{m}, s'étend la zone *corallienne*, caractérisée par la présence d'algues incrustantes, Corallines et Nullipores, particulièrement abondantes à ces niveaux. Chacune de ces trois faunules est ainsi très nettement définie et, si quelques espèces passent de l'une à l'autre, il en est, par contre, un grand nombre qui demeurent exclusivement cantonnées dans ces étroites limites.

» Au delà de cette dernière zone, l'extension bathymétrique de nos Mollusques se fait sur une échelle beaucoup plus étendue. L'étude de la faune malacologique, si riche et si variée, provenant des campagnes de dragage du *Travailleur* et du *Talisman*, entreprises sous la direction de M. A. Milne-Edwards, nous a permis de constater l'existence de toute une faune vivant indifféremment dans l'Atlantique et dans la Méditerranée, et dont l'extension bathymétrique se présente dans des conditions inconnues jusqu'à ce jour. Cette faune, que nous désignerons sous le nom de *polybathyque*, par opposition à la petite faune dite *cosmopolite* ou *ubiquiste*, déjà signalée par Gwyn Jeffreys et P. Fischer, est constituée par une série nombreuse et très variée de Mollusques susceptibles de vivre impunément à des niveaux variant de plus de 2000^{m} de profondeur, et compris depuis le niveau du balancement des marées jusqu'aux plus grands fonds explorés.

» Si des 832 espèces de Mollusques testacés rapportés par ces dragages nous éliminons une quarantaine de formes exclusivement littorales

ou pélagiques, comme les Ptéropodes, Janthines, Litiopies, Littorines, Patelles, etc., nous signalerons un total de 201 espèces bien définies, faisant partie de notre faunule polybathyque. Toutes les classes de Mollusques testacés y figurent, mais dans des proportions intéressantes à relever. En effet, sur 519 Gastropodes rapportés par la mission, nous ne comptons que 45 espèces polybathyques, tandis que, pour 34 Scaphopodes, il y en a 17 espèces et, pour 259 Lamellibranches, nous relevons 45 espèces polybathyques. La proportion des Scaphopodes et des Lamellibranches polybathyques est donc notablement plus grande que celle des Gastropodes.

» De telles différences peuvent se justifier, lorsque l'on considère le plus ou moins de robusticité de nos différents Mollusques. On sait en effet que les Lamellibranches et les Scaphopodes sont, pour la plupart, plus robustes, plus résistants, qu'ils ont en somme un organisme moins complexe et pourtant plus apte à se plier aux variations du *modus vivendi* que les Gastropodes. Ce sont eux, comme on le sait, qui se sont le moins développés dans leur évolution durant les derniers âges des périodes géologiques, eux encore dont la dispersion géologique est le plus considérable sous des milieux plus différents. Ils sont donc en réalité beaucoup plus susceptibles que les autres Mollusques de se prêter ou de s'adapter aux conditions biologiques des milieux que nous venons de signaler.

» La limite supérieure à laquelle la faune polybathyque commence à apparaître est extrêmement variable. Quelques espèces vivant normalement dans la zone littorale peuvent descendre à des profondeurs de 3000^{m} et même 3800^{m}; ce sont presque exclusivement des Lamellibranches. Les Gastropodes polybathyques ne commencent à se manifester que dans la zone corallienne. Il est à remarquer qu'au delà de 4000^{m} à 4500^{m} la faune abyssale est plus particulièrement autochtone; elle remonte rarement dans des niveaux supérieurs; mais en revanche, son *area* de dispersion géographique est parfois considérable; bon nombre des espèces que l'on y rencontre sont communes aux grands fonds de l'ancien et du nouveau continent.

» Il existe une intime corrélation entre les espèces malacologiques ubiquistes et polybathyques. Toutes les formes susceptibles d'une dispersion exceptionnelle en surface peuvent également se retrouver dans des milieux bathymétriques très différents. Pareille conclusion était du reste à prévoir, puisqu'elle est surtout basée sur la robusticité et la facilité d'adaptation des êtres dans des milieux différents.

» En résumé, outre les formules malacologiques marines bien définies

des zones littorale, herbacée et corallienne, dont les limites sont particulièrement restreintes, il existe dans l'Atlantique comme dans la Méditerranée une faune dite *polybathyque* capable de vivre et de se développer à des niveaux dont l'extension bathymétrique varie de plus de 2000^m. Cette faune, déjà riche en Gastropodes, renferme, contrairement à la faune de surface, un plus grand nombre de Scaphopodes et de Lamellibranches. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de la double coiffe de la racine chez les Tropæolées.* Note de M. **Camille Brunotte**, présentée par M. L. Guignard.

« La graine de la Capucine (*Tropæolum majus* L.) contient, sous ses téguments, une amande formée par deux cotylédons charnus, au milieu desquels se trouve la gemmule. La radicule est assez volumineuse et son extrémité est dirigée vers le micropyle.

» Lorsqu'on étudie l'embryon développé et qu'on examine le sommet de la racine primaire jeune, avant la germination, on constate que cette racine, déjà nettement différenciée dans la graine mure, possède, outre son cylindre central, son parenchyme cortical et sa coiffe normale, une gaine radiculaire terminale qui forme comme un capuchon assez épais à l'extrémité de la radicule.

» M. Flahaut [1], en signalant ce fait, s'exprimait ainsi :

» Il y a autour de la radicule du *Tropæolum* une véritable gaine radiculaire, qui ne diffère de celle du Maïs que parce que, dans le *Tropæolum*, elle ne forme pas la coiffe. La présence de cette gaine radiculaire est un fait rare chez les Dicotylédones; les Graminées, les Commelynées, les Palmiers, etc. ont aussi leurs radicules entourées d'une gaine qui démontre l'origine profonde de ces organes [2]. L'origine profonde, ajoute M. Flahault, est depuis longtemps mise hors de doute pour les racines adventives et les radicules; on ne peut pas nier non plus que la radicule soit endogène dans le cas où elle est recouverte d'une gaine radiculaire, mais je crois qu'on a trop généralisé et qu'on a étendu à tort, à toutes les racines, les caractères qu'on avait reconnus chez beaucoup d'entre elles [3].

» D'où vient cette gaine radiculaire? Aux dépens de quel tissu est-elle

(1) Flahault, *Recherches sur l'accroissement terminal de la racine chez les Phanérogames.* Thèse, Paris; 1878.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Loc. cit.*

formée? C'est là une question qui devait être posée et qui jusqu'ici n'a pas été résolue. *A priori*, deux explications paraissent pouvoir être données à ce sujet : 1° ou bien la racine primaire est née par voie endogène, comme on l'admettait jusqu'ici, aux dépens d'un tissu profond appartenant à l'axe hypocotylé ou à la tigelle; en se développant, cette racine aurait poussé devant elle le tissu de cet axe qui aurait plus tard constitué la gaine radiculaire externe; 2° ou bien la racine principale de la Capucine (se comportant comme celle que j'ai signalée dans une espèce d'une famille voisine, l'*Impatiens noli-tangere* L.) ([1]) aurait complètement avorté et aurait été remplacée par une racine latérale. Celle-ci, étant née dans le voisinage du sommet de la vraie racine primaire, aurait pu, en se développant, prendre la place de cette dernière. La présence d'une gaine radiculaire au sommet de cette racine latérale serait alors un fait normal facile à expliquer.

» Mais ces deux hypothèses sont absolument gratuites et aucun fait précis ne vient jusqu'ici à l'appui de l'une ou l'autre de ces théories. L'anatomie des organes âgés ne pouvant fournir suffisamment de renseignements à ce sujet, l'Embryologie seule pouvait résoudre la question et l'étude du développement de la racine devait être faite complètement.

» Dans le sac embryonnaire du *Tropæolum*, alors que l'œuf est déjà cloisonné, on constate la présence, au sommet d'un suspenseur assez long, d'une masse pluricellulaire à peu près sphérique et qui représente le jeune embryon. Les cellules qui le constituent se multiplient rapidement et cet embryon ne tarde pas à différencier à son sommet deux petits bourrelets qui deviendront plus tard les cotylédons. Au milieu de ceux-ci apparaît une petite proéminence qui représente le sommet végétatif de la tige primaire, à l'opposé de laquelle, vers le suspenseur, se différencie le sommet végétatif de la radicule.

» L'accroissement de chacune des portions de l'embryon se continue rapidement. Les lobes cotylédonaires ne tardent pas à se colorer en vert et deviennent bilobés à leur base. Les deux lobes de chaque cotylédon se développent autour du suspenseur, dont ils paraissent entourer l'extrémité. Pendant ce temps, le suspenseur s'est lui-même accru; tandis que ses cellules supérieures, voisines du micropyle, ne s'accroissent qu'en longueur, ses cellules inférieures, voisines de l'embryon, se divisent dans tous les sens. La gemmule apparaît entre les deux cotylédons lobés. La tigelle porte de petites proéminences, rudiments des jeunes feuilles, et la radicule est entourée par les cellules du suspenseur qui se sont groupées autour d'elle.

» A l'aide de préparations fraîches obtenues par dissection et rendues un peu transparentes par divers procédés, j'ai pu suivre le développement de cet embryon

([1]) C. Brunotte, *Comptes rendus*, avril 1896.

jusqu'au moment où apparaissent les premières différenciations des tissus de la racine. A ce moment, la radicule paraît enfoncée profondément dans une sorte d'entonnoir dont les parois, formées par les cellules de l'extrémité du suspenseur, se prolongent à la surface de l'embryon, dans la région radiculaire.

» Des coupes faites dans le sens longitudinal et passant par le grand axe de l'embryon et le plan méridien des cotylédons montrent l'organisation suivante : la racine primaire offre à son sommet les trois groupes d'initiales normales du cylindre central, du parenchyme cortical et de l'épiderme qui constitue la vraie coiffe. Au sommet de cette radicule, la vraie coiffe est constituée par quelques rangées de cellules qui s'étendent sur les flancs de la racine et vont en diminuant d'épaisseur, ainsi que M. Flahault l'a parfaitement décrit dans son Mémoire.

» Puis, recouvrant le tout, et cela sur toute la longueur de la racine, se trouve un tissu formé de cellules plus grandes que celles de la vraie coiffe, formant parfois au sommet de dix à quinze rangées cellulaires constituant le tissu de la gaine. Celle-ci s'amincit sur les flancs de la racine et l'on peut facilement observer sur les préparations la région occupée par ce tissu et le point exact où il cesse à la surface de l'organe. Ce tissu est en continuité avec les cellules du suspenseur et est formé, sans aucun doute, par les cellules inférieures de cet organe qui, pendant que l'embryon continuait à se développer, a été le siège d'une prolifération destinée à former la gaine radiculaire qui persiste au sommet de la racine.

» Cette prolifération du suspenseur, dans sa région terminale, ne doit pas étonner outre mesure, dans le cas des *Tropæolum*, si l'on se rappelle les premières phases du développement de l'œuf, décrites par Schacht ([1]), dont j'ai vérifié, en partie, les observations.

» Le suspenseur portant l'embryon à son extrémité est seul logé dans le sac embryonnaire, mais il est en relation avec deux prolongements qui, au lieu de rester dans ce sac, en percent la paroi et vont chercher leur nourriture dans les tissus avoisinants. Ces deux appendices, extérieurs au sac embryonnaire qui, avec le suspenseur vrai, forment le corps à trois branches décrit par Schacht et figuré dans l'Ouvrage d'Engler et Prantl ([2]), constituent de vrais appendices nourriciers. Avant la maturité de la graine, ils fournissent au suspenseur resté dans le sac les éléments nutritifs nécessaires à la formation des cellules qui constituent le tissu de renforcement du sommet de la racine primaire, laquelle est ainsi pourvue, dès son jeune âge, *d'une gaine radiculaire* surnuméraire *formée par la prolifération des cellules du suspenseur vrai* ([3]). »

([1]) SCHACHT, *Entwickelungs Geschichte des Pflanzen-Embryon*, Amsterdam. Analyse dans les *Annales des Sciences naturelles*, 4e série, t. IV.

([2]) ENGLER et PRANTL, *Die natürlichen Pflanzen familien*, 47e livraison; 1890.

([3]) Laboratoire de Botanique de l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Nancy.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la préparation du gentianose.* Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **L. Nardin**, présentée par M. L. Guignard.

« Le gentianose, sucre analogue au sucre de canne, a été découvert, en 1881, dans la racine de gentiane (*Gentiana lutea* L.), par Arthur Meyer (¹). Bien que la gentiane soit une plante très commune, au moins dans certaines contrées montagneuses de l'Europe, et que Meyer avoue, dans son Mémoire, n'avoir pu élucider certains points de ses recherches parce qu'il a manqué de produit, il ne semble pas qu'on ait tenté, depuis cette époque, soit de vérifier les observations de ce chimiste, soit de compléter son travail.

» Il nous a paru que cela pouvait tenir à ce qu'une bonne méthode de préparation du gentianose faisait défaut. En réfléchissant aux conditions biologiques dans lesquelles se trouvent, en général, les polyglucoses au sein des tissus, nous avons été amenés à imaginer le procédé suivant, auquel on ne peut avoir recours que si l'on a à sa disposition de la racine de gentiane fraîche et récoltée depuis quelques heures (²).

» Dans un ballon placé sur un bain-marie, on chauffe de l'alcool à 95° jusqu'à l'ébullition. On découpe la racine fraîche en tranches minces qu'on fait tomber au fur et à mesure dans l'alcool bouillant. Après quoi, on relie le ballon à un réfrigérant ascendant et l'on maintient l'ébullition pendant vingt à vingt-cinq minutes.

» En opérant ainsi, et en supposant que la racine de gentiane renferme un ferment soluble capable d'hydrolyser le gentianose, on est assuré de détruire ce ferment, de telle sorte que le gentianose ne pourra être dédoublé.

» Après refroidissement, on exprime, on filtre et l'on distille. Comme le liquide restant dans la cornue est acide, on ajoute, pour neutraliser, une petite quantité de carbonate de chaux précipité, et l'on filtre de nouveau. Enfin, on évapore au bain-marie en consistance d'extrait mou.

» Si l'on abandonne cet extrait à lui-même, on voit, au bout d'un temps assez long (trois semaines à un mois), la masse se remplir de cristaux. Sans tenir compte de la présence de ces cristaux, d'ailleurs difficilement séparables, on dissout, au bain-marie, l'extrait dans la plus petite quantité d'eau possible (1 partie d'eau pour 2 parties d'extrait); puis on ajoute, toujours à chaud, 4,5 parties d'alcool à 95°. L'opération se fait dans un ballon. On laisse reposer à la température du laboratoire pendant une

---

(¹) *Ueber gentianose* (*Zeitschr. f. physiol. Chemie*, t. VI, p. 135).

(²) La racine que nous avons employée a été récoltée aux environs de Belfort. Récoltée le matin, elle a été traitée l'après-midi.

quinzaine d'heures, puis on décante le liquide dans un autre ballon, pour le séparer d'un enduit visqueux qui s'est déposé sur les parois du premier.

» La cristallisation commence aussitôt après; elle se fait lentement et ne peut être considérée comme complète qu'au bout d'une quinzaine de jours. Le gentianose cristallisé forme une croûte blanche adhérente aux parois du ballon. On le purifie par cristallisation dans l'alcool à 95°.

» Le produit que nous avons obtenu en opérant ainsi (rendement : $\frac{1}{6}$ environ du poids de l'extrait) se présente en lamelles quand on le fait cristalliser entre deux lames de verre. Il ne renferme pas d'eau de cristallisation. Il donne des solutions aqueuses complètement incolores et, chauffé sur une lame de platine, il brûle sans laisser de résidu. Il fond à 207-209° (température corrigée); Arthur Meyer a trouvé 210°.

» Ce corps est dextrogyre. Nos observations conduisent à lui attribuer, comme pouvoir rotatoire en solution aqueuse : $\alpha_D = +31°,25$. Nous n'avons pas constaté de phénomène de birotation, tandis qu'Arthur Meyer aurait trouvé pour un échantillon de son gentianose dissous à la température de 100° : $\alpha_D = +65°,7$ et pour un autre échantillon dissous à froid et dont la solution avait été cependant abandonnée à elle-même pendant une nuit : $\alpha_D = +33°,36$. Mais il convient d'ajouter que ce chimiste, ayant employé tout son produit, n'a pu répéter ses observations.

» Enfin notre composé ne réduit pas la liqueur cupro-potassique, mais il devient lévogyre et réduit abondamment après traitement à chaud par l'acide sulfurique étendu. Ces dernières observations concordent avec celles que Meyer a faites sur ce point. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination et la fécondation hivernales de la Truffe.* Note de M. A. DE GRAMONT DE LESPARRE, présentée par M. Chatin.

« La Truffe peut être considérée comme un amas de petits sacs ou asques, contenant chacun d'une à quatre spores. Ces asques sont reliés entre eux par des filaments transparents, cloisonnés. Des veines aérifères, qui nous apparaissent blanches, sillonnent la pulpe tout entière.

» Il y aurait à examiner le mode de germination de ces spores, leur fécondation, le développement des spores fécondées jusqu'à production de la spore finale ou téleutospore qui, tombée en terre, produit vraisemblablement le mycélium truffier, enfin le rôle véritable de cet arome particulier à la Truffe qui lui donne sa valeur.

» Je parlerai aujourd'hui de la germination et de la fécondation hivernales des spores, me proposant d'examiner, dans une Communication ultérieure, la germination d'été, la production des téleutospores et l'utilité de l'arome.

» Mes recherches ont porté sur la *Tuber melanosporum* ou Truffe du Périgord et, dans une moindre mesure, sur la *Tuber magnatum* ou Truffe à l'ail du Piémont.

» *Germination et fécondation.* — La Truffe est un champignon hétéroïque. Ses spores, comme celles de beaucoup de Puccinies, ont besoin, pour évoluer, d'être transportées sur un terrain nouveau. Elles ne germent ni en terre, ni dans leurs asques, aussi longtemps du moins que ceux-ci demeurent intacts.

» Pour que la germination ait lieu il faut que la spore ait été extraite de son asque puis déposée sur le limbe des feuilles de certains arbres.

» L'asque est détruit par pourriture ou par les mandibules des insectes tubérivores et de leurs larves; le transport s'opère sur les pattes, le corps et les ailes de ces mêmes insectes. Le tout a lieu dans des conditions que je ne puis examiner ici.

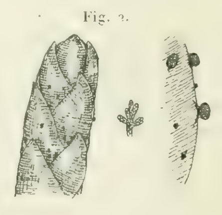
» La spore déposée par l'insecte ne tarde pas à germer lorsqu'elle se trouve sur feuille de chêne, de noisetier, de conifères (épicéas, pins, genévriers, etc.) et, sans

Fig. 1.



doute, de plusieurs autres arbres. Retenue par ses piquants, elle s'attache au limbe; sur conifères, les exsudations de la surface paraissent aider à l'adhésion. La nervure

Fig. 2.



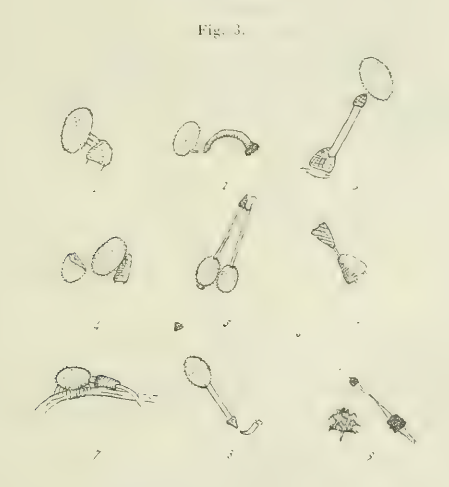
centrale et son voisinage sont le meilleur centre de germination (*fig.* 1 et 2, spores germant sur épicéa, pin à cinq feuilles et genévrier de Virginie).

» C'est du 15 novembre à janvier que germination et fécondation se produisent avec le plus d'intensité et, surtout, de la façon la plus visible, et l'on observe ces phénomènes non seulement sur feuilles fraîches et pleines de sève, mais encore sur feuilles anciennes et desséchées. Je les ai vus se développer avec grande énergie sur feuilles de chêne pubescent cueillies depuis un an et conservées tout ce temps dans un tiroir. Leur marche, toujours la même, est la suivante :

» Peu de temps après avoir été déposées sur le limbe, hors de leurs asques, les spores mâles germent et émettent un filament épais, transparent, terminé par une pseudo-spore, grosse, lisse, légèrement transparente, brun clair ou ambrée. Parmi ces germes, les uns percent l'épiderme au sortir de la spore et émergent ensuite à petite distance, les autres courent à la surface et présentent la même pseudo-spore terminale en laissant bien voir le filament gros et transparent qui les relie à la spore d'où ils sortent.

» Dans sa marche superficielle ou sous-épidermique, la pseudo-spore mâle se dirige vers une spore femelle voisine; elle l'atteint quelquefois (*fig.* 3, nos 1 et 4); d'autres fois, elle ne l'atteint pas du premier coup; souvent alors, de la pseudo-spore arrêtée

Fig. 3.



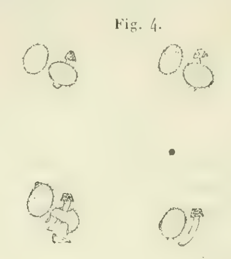
part un nouveau jet qui arrive à la spore femelle (*fig.* 3, n° 3) et applique sa pointe à côté ou en-dessous. Quand c'est nécessaire, un troisième et un quatrième jet peuvent succéder aux premiers; parfois, plusieurs jets sortent de la pseudo-spore à la recherche d'une fécondation à accomplir.

» La *fig.* 3 représente différents types de fécondation; le n° 7 montre une spore mâle germant sur un poil; car les spores, rarement il est vrai, germent sur les poils comme sur l'épiderme.

» Dans certains cas rares, si la spore mâle se trouve tout près de la femelle, l'évo-

lution suit la marche indiquée *fig.* 4, c'est-à-dire que le germe mâle prend la forme d'un petit ver dont l'extrémité fine féconde directement ou par filament et dont la

Fig. 4.



tête reste parfois coiffée du morceau d'épiderme rugueux qu'elle a arraché à la spore (*fig.* 3, n° 2).

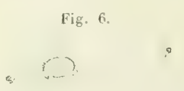
» Que font les spores femelles pendant ce temps? Restent-elles immobiles? En aucune façon. Si elles ont été fécondées, elles germeront pour de bon. Si le germe mâle ne les atteint pas, elles émettent un filament terminé par une pseudo-spore qui va au-devant ou à la recherche du germe mâle et se fait féconder (*fig.* 3, n°s 5, 6, 8 et *fig.* 5). La *fig.* 5 montre une double fécondation par spore mâle : l'une directement, l'autre par jet secondaire.

Fig. 5.



» Les pseudo-spores femelles sont généralement plus petites que les mâles, noires, rugueuses, pointues. Elles cheminent sous l'épiderme, très rarement à la surface

Fig. 6.

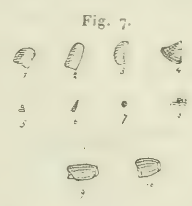


(*fig.* 6, production de pseudo-spore femelle; *fig.* 7, n°s 1, 2, 3 et 4, pseudo-spores mâles; 5, 6, 7 et 8, pseudo-spores femelles).

» En prenant les délais *les plus courts* la fécondation peut commencer sept jours après l'ensemencement, durer en apparence un jour ou deux. La spore ou pseudo-spore fécondée produira vers le douzième jour des téleutospores.

» La fécondation accomplie, la pseudo-spore mâle brunit, devient granuleuse, se flétrit et tombe ou bien s'effrite en laissant sur la feuille une tache noire (*fig.* 3, n°9);

Fig. 7.



souvent la pseudo-spore qui a émis un jet secondaire se dessèche et prend l'aspect d'un tube évidé, d'une peau de serpent (*fig.* 7, n°s 9 et 10).

» Les délais minimum donnés ci-dessus sont fréquents en hiver; mais, même en cette saison, ils peuvent se prolonger, si bien que, parfois, plusieurs semaines après l'ensemencement on voit encore sur le limbe des feuilles des pseudo-spores fraîches et des accouplements.

» A mesure que janvier s'avance, la végétation des spores diminue; seules quelques rares germinations mâles persistent. Il en va ainsi jusqu'en juillet, époque à laquelle germination et fécondation recommencent dans des conditions un peu différentes.

» La germination et la fécondation de la Truffe du Piémont se font comme pour la Truffe du Périgord, mais l'observation est difficile à cause de la transparence des spores. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gisements de minerais de fer oolithiques du nouveau bassin de Briey (Meurthe-et-Moselle).* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Michel Lévy.

« Un événement de première importance pour l'avenir de la métallurgie française est la découverte de l'extension imprévue des gisements de minerais de fer oolithiques qui affleurent et sont depuis longtemps exploités sur une grande échelle dans l'ancien département de la Moselle, gisements dont le prolongement souterrain dans l'arrondissement de Briey et jusque dans la Meuse vient d'être constaté par de nombreux sondages d'exploration. Actuellement on ne compte pas moins de 115 de ces sondages, et d'autres suivront sans doute. Une première série fut exécutée de 1882 à

1886 sur les conseils de M. Genreau, alors Ingénieur en chef des Mines à Nancy; la seconde série principale va de 1892 à ce jour.

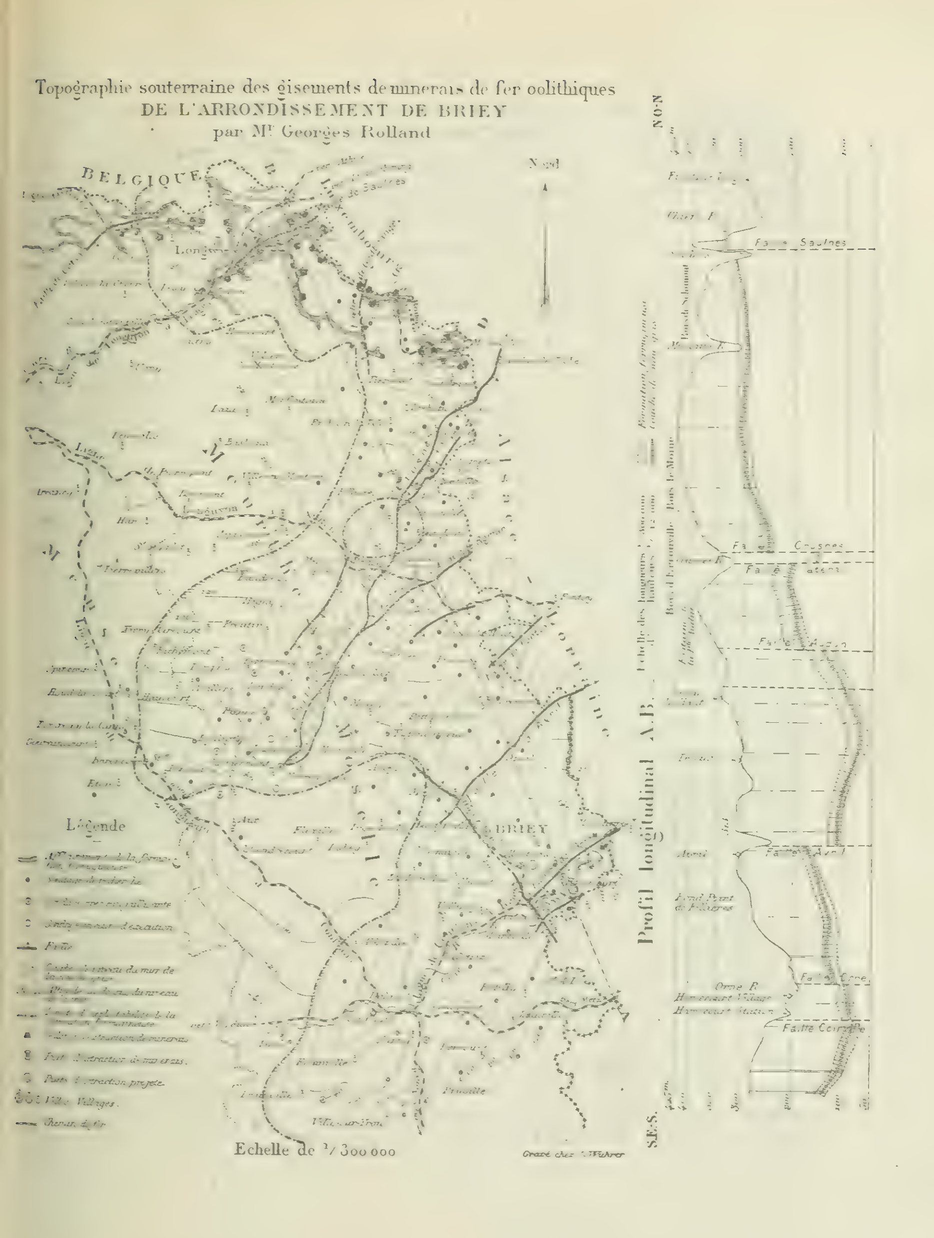
» Chargé, pour le Service de la Carte géologique détaillée de France, des feuilles de Longwy et de Metz, j'ai dressé une Carte de la *topographie souterraine de la formation ferrugineuse du nouveau bassin de Briey,* et j'en ai fait une étude spéciale, tant au point de vue géologique qu'en prévision des exploitations projetées dans cette région. A cet effet, j'ai coordonné les indications que me fournissaient, d'une part, les terrains de la surface et, d'autre part, les coupes des sondages de recherche, au sujet desquels de nombreux renseignements m'ont été obligeamment fournis par M. Cousin, récemment encore Ingénieur des Mines à Nancy, et par M. Croisille, Contrôleur des Mines à Longwy, ainsi que par les industriels.

» J'ai l'honneur aujourd'hui de présenter à l'Académie une réduction de ladite Carte, accompagnée de deux profils.

» On sait que la formation ferrugineuse de la Lorraine se place en haut du Lias supérieur, au-dessous de l'étage des calcaires du Bajocien, dont elle est séparée par un petit massif de Marnes dites *micacées*, et au-dessus des Grès et Marnes supraliasiques avec pyrites.

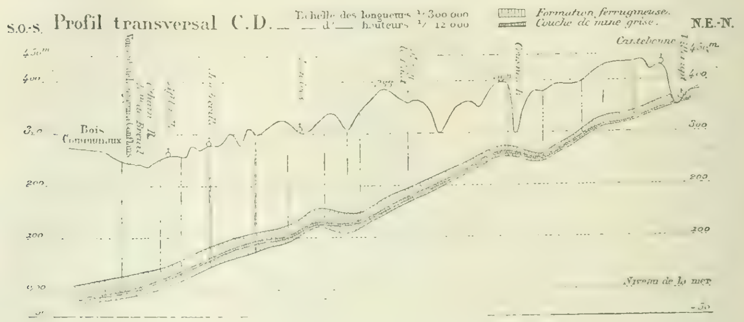
» Elle affleure à la surface suivant une large zone, qui s'étend d'abord de l'ouest à l'est au travers de toute la région de Longwy, ainsi que sur la bordure limitrophe de la Belgique et dans le Luxembourg, puis qui, tournant à angle droit et se dirigeant du nord au sud, règne en Lorraine annexée le long de la frontière, jusqu'au delà de Metz, et se retrouve plus loin dans la région de Nancy. Les couches de minerai y sont exploitées, soit au moyen de galeries ouvertes à flanc de coteau, soit à ciel ouvert. La formation offre une allure lenticulaire; elle varie, tant comme puissance totale que comme nombre de couches et composition. Sa plus grande puissance se rencontre entre Hussigny, Villerupt, Ottange et Esch; à la Côte Rouge, elle atteint 27^m, et l'on peut y voir cinq couches, toutes exploitées, représentant ensemble 16^m de minerai. A l'autre extrémité du bassin de Longwy, près de Gorcy, elle n'a plus que $4^m,65$ avec une seule couche. Les minerais sont siliceux dans l'ouest de ce bassin et calcarifères dans l'est.

» La formation ferrugineuse, dont les affleurements forment ainsi une demi-ceinture dans le nord et à l'est de l'arrondissement de Briey, plonge vers l'intérieur avec un pendage général à l'ouest-sud-ouest et s'enfonce, en augmentant de puissance, à des profondeurs croissantes sous le Bajocien et le Bathonien. Les épaisseurs de terrains superposés approchent de 300^m



Topographie souterraine des gisements de minerais de fer oolithiques
DE L'ARRONDISSEMENT DE BRIEY
par Mr Georges Rolland
BELGIQUE
Longwy
Nord
BRIEY
Légende
Profil longitudinal A.B.
N.O.N.
S.E.S.
Faille Saulnes
Faille Crusnes
Faille Avril
Faille Orne
Faille Conflans
Echelle de 1/300000

vers l'ouest, où la formation pénètre dans la Meuse. De proche en proche, les sondages ont déjà démontré son extension souterraine sur près de 40^{km} du nord au sud et sur 7^{km} à 24^{km} de l'est à l'ouest. La superficie totale sous laquelle les gisements ont été jusqu'ici reconnus exploitables peut être évaluée à $54\,000^{ha}$. J'ai tracé approximativement sa limite à l'ouest [1]. Elle figure en grand trois promontoires allongés vers l'ouest et le sud-ouest. Au nord, c'est l'ancien *bassin de Longwy*, où existe un premier groupe de concessions, dont une grande partie des minerais a déjà été extraite, et qui,



en y adjoignant quelques concessions récentes au sud-est, représente $10\,622^{ha}$. Au centre et au sud, c'est le nouveau *bassin de Briey*, où l'on peut distinguer deux régions. La région méridionale, de Briey, Conflans, Batilly, est dite parfois *bassin de l'Orne;* elle possède un second groupe de concessions, accordées à la suite des sondages de 1882 à 1886, et comprenant $16\,147^{ha}$; on y trouve déjà deux sièges d'extraction par puits, à Jœuf et près d'Homécourt, et trois autres en préparation, à Auboué, Homécourt et Moutiers. La région centrale enfin, d'Avril et Audun-le-Roman à Baroncourt, que j'appellerai *bassin d'entre-Moselle-et-Meuse*, entièrement nouvelle et découverte depuis 1892, ne présente pas moins de $22\,000^{ha}$ exploitables et concessibles (sans parler de ce qui reste disponible au nord et au sud, ni des extensions probables et encore ignorées du gisement).

» Sous le bassin de Briey, la formation présente jusqu'à six couches

---

(1) J'ai classé comme exploitable toute région qui possède au moins une couche de $1^m,75$ d'épaisseur avec 30 pour 100 de fer (une plus faible teneur pouvant même être admise si la proportion de chaux est suffisante)

distinctes de minerai, savoir, de haut en bas : deux couches dites *rouges*, la *jaune*, la *grise*, la *noire* et la *verte*. Mais habituellement il n'y a qu'une couche *rouge*; la *jaune* peut manquer, et souvent la *verte* ou la *noire*. Il ne faut donc compter que sur quatre couches ou même trois, dont une ou deux exploitables. La couche *grise* est la plus régulière; normalement c'est la plus épaisse, la plus riche, la meilleure comme qualité, avec gangue calcarifère (sauf vers le nord).

» La puissance totale de la formation, y compris le toit (en sables ou calcaires ferrugineux) et les stériles entre les couches de mine, varie de 19^m à 53^m. Quant à la couche *grise*, elle a $1^m,80$ à $8^m,80$ (épaisseur maxima vers Landres); elle renferme généralement de 30 à 40 pour 100 de fer, sur 2^m à 4^m (avec 3 à 14 pour 100 de chaux); on y rencontre parfois des niveaux plus riches, mais ce sont des exceptions.

» Le *mur de la couche grise* étant le niveau le mieux déterminé dans les sondages, c'est lui que j'ai choisi pour figurer la topographie du gisement. La Carte ci-jointe indique ses altitudes avec courbes de niveau équidistantes de 20^m. A son inspection et avec les deux profils complémentaires, on peut juger de l'allure de la formation. Non seulement celle-ci est lenticulaire, mais, loin d'être plane, elle offre des alternances fort intéressantes de ploiements synclinaux et anticlinaux à faible courbure.

» De distance en distance, le bassin de Briey est traversé par des failles importantes, qui se poursuivent en Lorraine annexée. Leur direction oscille du N 29° E au N 52° E. Je citerai les failles de Crusnes et d'Avril; entre elles, la faille de Fontoy, en Lorraine, meurt à la frontière, mais sur son prolongement on remarque un fond de bateau, passant par Tucquegnieux. Les failles principales sont accompagnées d'un système parallèle de failles secondaires et de lignes de cassures. Les terrains sont traversés, en outre, par un second système de cassures sensiblement perpendiculaires. Le bassin de Briey se trouve ainsi divisé en compartiments plus ou moins grands; certaines parties sont littéralement hachées.

» Les sondages ont rencontré l'eau à des profondeurs très variables sous la surface ($0^m,60$ à 70^m). Le plus souvent son niveau est resté stationnaire. Parfois il a baissé. Plus souvent il a monté, par suite de la rencontre de nappes ascendantes (principalement dans la formation). A signaler enfin huit sondages et un puits jaillissants, situés soit vers l'aval-pendage de la formation, soit à proximité de failles.

» La question de l'épuisement des eaux ne laisse pas que de préoccuper vivement pour les futures exploitations du bassin de Briey. Règle générale,

le gisement ferrugineux est perméable et plus ou moins aquifère. Toutefois, quand on pourra choisir des massifs de terrain non disloqués, on aura chance de ne rencontrer que peu d'eau dans les travaux; mais des mesures devront être prises pour faire face à des venues d'eau brusques et abondantes, toujours à craindre dans des terrains aussi fissurés. »

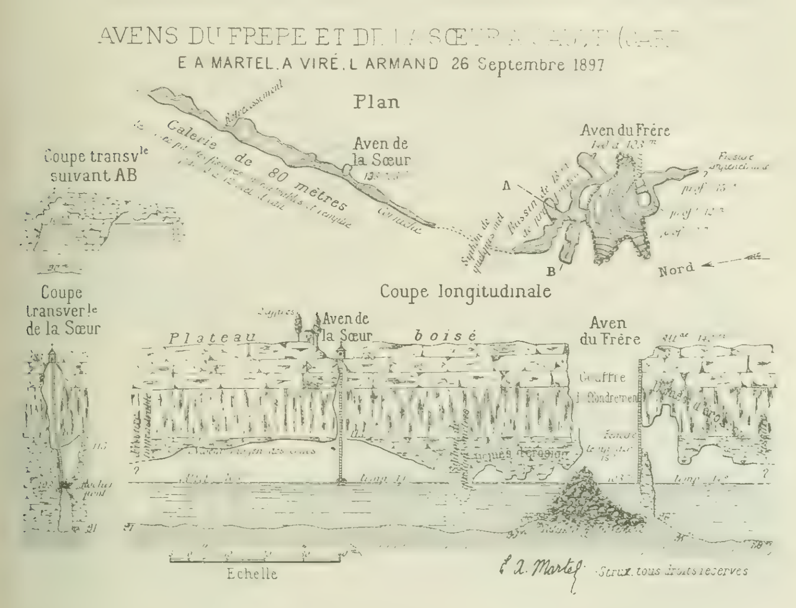
HYDROLOGIE. — *Sur les avens de Sauve (Gard) et la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires.* Note de MM. **E. A. Martel** et **A. Viré**, présentée par M. Albert Gaudry.

« L'un de nous a déjà démontré matériellement, par ses explorations souterraines, que, dans les terrains calcaires fissurés, les réservoirs naturels des sources revêtent la forme non pas de *nappes d'eau* étendues en tous sens, mais de *galeries* et de *poches* où *la longueur, la hauteur et l'étroitesse l'emportent toujours de beaucoup sur la largeur* (Martel, *Comptes rendus*, 25 novembre 1889; *Les Abîmes*, p. 534, 557, etc.; *Annales des Mines*, juillet 1896, p. 54, etc.). La méconnaissance de ce fait a souvent produit des mécomptes dans les travaux de forage des puits. Et, bien qu'il ait été pressenti par Arago dès 1835 (*Notice sur les puits artésiens*), il ne paraît pas encore suffisamment établi, puisque certains géologues belges croient toujours à la *continuité des nappes d'eau* dans les terrains calcaires (voir publications de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie, 1887 à 1896 *passim*) et que M. Keller, dans une toute récente et remarquable étude sur la *saturation hygrométrique de l'écorce du globe* (*Annales des Mines*, juillet 1897, p. 32-87), vient d'énoncer que « les grottes vides *en contact avec* » *la partie supérieure d'une nappe aquifère* se remplissent d'eau et se » vident alternativement, suivant que la *nappe* elle-même se gonfle ou se » dégonfle.

» Il est donc intéressant de multiplier sur cette question les constatations de fait. Or, nous en avons effectué une des plus probantes, les 26 et 27 septembre 1897, dans les trois *avens* de Sauve (Gard) (voir la coupe ci-contre et les *Comptes rendus*, 29 novembre 1897).

» Les deux premiers, *la Sœur* (puits d'érosion) et *le Frère* (gouffre d'effondrement), à 140^{m} d'altitude et à 1400^{m} ouest de Sauve, ont 33^{m} de profondeur; ils nous ont conduits à des *galeries* remplies d'eau, que nous avons pu suivre sur 150^{m} environ d'étendue, et bornées soit par des siphons, soit par des rapprochements de parois. La profondeur de l'eau y varie de 7^{m} à 15^{m}.

» A un kilomètre au sud-sud-est de ces deux trous et à 1100^m au sud-ouest de Sauve, le *Trou de l'Aven* (effondrement) a une ouverture d'environ 80^m sur 40^m; (altit. : 145^m) et 43^m de profondeur. Dans une série de galeries (environ 250^m de développement), qui servent de trop-pleins aux crues souterraines, nous avons, en trois points, ren-

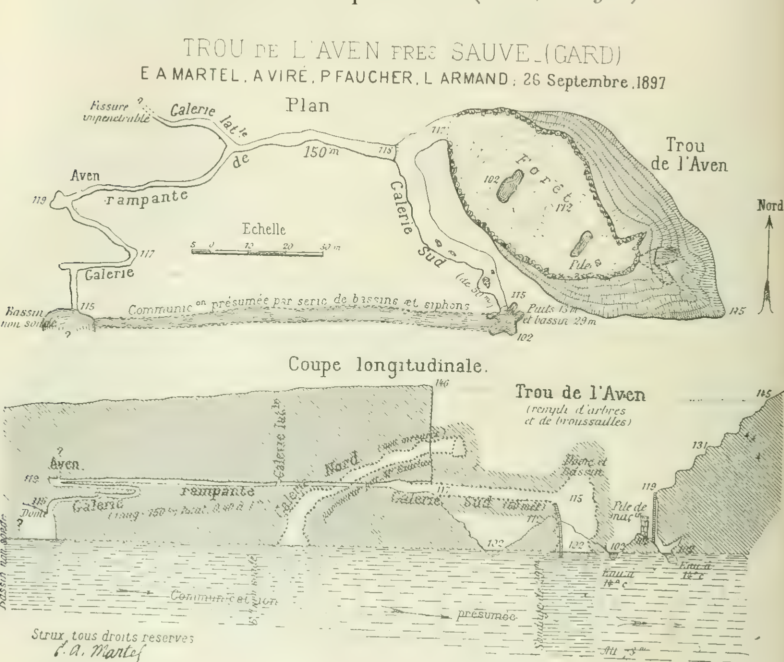


contré l'eau, toujours *dans des salles étroites et hautes :* un seul de ces bassins a pu être sondé. De toutes parts il était clos, siphonnant et en forme de cloche (diamètre environ : 10^m); l'eau y atteignait *l'énorme profondeur de* 29^m, la plus considérable jusqu'ici trouvée dans une caverne.

» L'altitude de tous ces bassins et galeries (103^m à 102^m), l'uniformité de la température (14° C.), le pendage des couches de terrain et une expérience à la fluorescéine prouvent qu'ils font bien partie du réservoir d'alimentation de la source de Sauve (altit. : 100^m; temp. : 14° C.). Comme disposition générale, ce réservoir se compose d'une succession de bassins formés par érosion, corrosion et pression hydrostatique, réunis par de hautes et longues diaclases ou séparés par des siphons, par des strates plongeant dans l'eau et qui n'ont pas encore cédé aux efforts hydrauliques souterrains.

» Les avens de Sauve confirment les suppositions que nous avait déjà suggérées la rivière souterraine de Padirac (Lot), sur la forme probable

des réservoirs des sources en terrains calcaires (Martel, *Les Abîmes*, p. 282, 559) : ici, en effet, nous avions trouvé une sorte de chapelet de grandes galeries et d'expansions circulaires (petits lacs), et nous avions *mesuré* les hauteurs de voûtes les plus variées (de $1^{m},50$ à 90^{m}).



» Les grandes profondeurs d'eau et la file de six bassins reconnue à Sauve dénoncent clairement qu'il existe là aussi un aqueduc principal (sinon unique), presque entièrement rempli par l'eau ; les siphons de Sauve sont les voûtes les plus basses, qui *mouillent* encore : les six cloches et galeries, où nous avons pu accéder, sont au contraire les voûtes les plus hautes, actuellement seules émergées, au moins à l'étiage; car, après les orages, les eaux s'y élèvent à un niveau supérieur à celui que nous y avons rencontré. Il en résulte que Padirac est un ancien réservoir presque vidé, tandis que celui de Sauve continue à fonctionner. La topographie explique

cette dissemblance, puisque la source de Sauve et la vallée du Vidourle ne sont que de 2^m à 8^m en contre-bas des surfaces d'eau des trois avens de Sauve, tandis que la vallée de la Dordogne est maintenant creusée jusqu'à 120^m-150^m au-dessous du niveau des eaux de Padirac, qu'elle a drainées.

» Lorsque le Vidourle coulera 30^m plus bas, les poches-réservoirs de Sauve qui, actuellement, *descendent au-dessous de son niveau*, trouveront une issue vers son thalweg approfondi et prendront le même aspect que Padirac, avec des voûtes allant jusqu'à 50^m de hauteur.

» C'est donc bien une citerne allongée, plus ou moins dilatée par les eaux, *surtout dans le sens de la hauteur*, qui alimente la source de Sauve, aux lieu et place de la *nappe* souterraine qu'on pourrait y supposer.

» A la différence de Padirac, où l'on ne peut pénétrer que par un unique effondrement de voûte, il y a, sur le conduit souterrain de Sauve, au moins quatre regards (avens) actuellement connus (voir la coupe); cela tient au peu d'épaisseur du terrain (33^m à 50^m) surincombant, et cela confirme cette autre opinion, que la fréquence des effondrements et la communication *directe* des avens avec les rivières souterraines sont en raison inverse de l'épaisseur du terrain interposé (Martel, *Comptes rendus*, 14 octobre 1889, etc.).

» Enfin, l'aqueduc naturel de Sauve passe sous le lit même (presque toute l'année à sec) du Rieumassel ; ce bizarre entrecroisement de la circulation extérieure et de la circulation intérieure a déjà été observé en divers endroits, notamment, par M. G. Gaupillat (1892), à la Goule de la Baume de Sauvas (Ardèche) (*Les Abîmes*, p. 129). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Considérations sur la circulation océanique dans le golfe de Gascogne*. Note de M. I. **Thoulet**.

« La constitution lithologique d'un fond marin dépend d'un certain nombre de variables dont les plus importantes, particulièrement s'il s'agit de fonds terrigènes, sont : la profondeur, la distance à la côte et surtout les courants superficiels ou profonds, qui entraînent les matériaux solides provenant des continents et les laissent ensuite se déposer le long de leur parcours. L'examen d'un fond est donc susceptible de renseigner sur les conditions statiques et dynamiques de l'océan sus-jacent.

» Cet examen comporte, entre autres dosages, celui de la matière argileuse amorphe ou vase et celui des minéraux lourds, c'est-à-dire ayant une

densité supérieure à 2,7 et qui sont en quantité relativement faible, car ni le quartz, ni le silex, ni le carbonate de chaux, ni les feldspaths, ni l'argile, qui représentent la masse principale d'un dépôt, n'en font partie. Ces éléments se dosent avec une extrême précision; le microscope permet, en outre, de reconnaître la nature de chaque grain sableux.

» Parmi ces derniers, la magnétite offre un intérêt spécial, à cause de son poids, de son opacité, de sa couleur noire à reflets bleuâtres, de son inaltérabilité, de sa facilité à être attirée par le barreau aimanté, qui la laissent reconnaître aisément, enfin, à cause de son gisement le plus ordinaire, les roches cristallines basiques, qui, dans bien des circonstances, permet de soupçonner sa localité d'origine.

» J'ai exécuté l'analyse complète de 21 échantillons de fonds du golfe de Gascogne, recueillis pour la plupart par moi-même pendant la campagne océanographique du *Caudan* en 1895, à différentes distances de terre et à des profondeurs variant entre 0^m et 2200^m. Parmi les minéraux lourds retirés de chacun d'eux, j'ai isolé la magnétite et j'en ai évalué la proportion. Les résultats obtenus m'ont conduit à faire certaines suppositions relatives aux lois de la distribution de ces fonds.

» Dans le but d'en vérifier l'exactitude, et comme il m'a été impossible d'établir une formule empirique en même temps fonction de la profondeur, de la distance à la terre et de la direction du courant, j'ai eu recours à une sorte de synthèse graphique des phénomènes.

» J'ai rangé en abscisses les diverses stations, d'après l'ordre qui me paraissait le meilleur pour mettre en lumière l'hypothèse particulière que je désirais vérifier; au-dessous de chacune d'elles, en ordonnées et à une échelle convenable, j'ai pointé les résultats fournis par l'analyse, pour les minéraux lourds, la magnétite et la vase amorphe; j'ai examiné si la marche des courbes était conforme à l'hypothèse qui avait servi de base au schéma et, dans les cas d'anomalies manifestées graphiquement, j'ai recherché si celles-ci infirmaient la loi supposée ou si elles étaient susceptibles d'une explication.

» J'ai dressé ainsi trois schémas, se rapportant respectivement à la profondeur, à la distance à la terre et au courant. Je suis arrivé ainsi aux conclusions suivantes, qui précisent celles que j'avais énoncées à la suite de mes observations exécutées pendant la campagne [1] :

» La distribution de la magnétite, confirmée par la distribution des

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 382; 15 février 1897.

minéraux lourds et des vases, rend très probable l'existence d'un courant sous-marin qui longe d'abord de l'ouest à l'est la côte cantabrique espagnole et qui, parvenu au point le plus reculé du golfe de Gascogne, remonte la côte française en s'infléchissant ensuite vers le nord-ouest ou l'ouest-nord-ouest. Ce courant est, par conséquent, de direction opposée au courant de surface dont toutes les observations ont établi l'existence.

» Due considération étant accordée au voisinage de la terre et à l'effet du courant précédent, la quantité de magnétite d'un fond est inversement proportionnelle à la profondeur, et il en est de même de l'ensemble des minéraux lourds.

» Jusqu'à 120 milles de la côte, la proportion de magnétite et celle des minéraux lourds sont directement proportionnelles à la distance à la terre.

» Au delà de 150^{m} de profondeur et de 20 milles des côtes environ, la vase est distribuée à peu près uniformément sur le fond.

» La masse totale des minéraux lourds ayant une origine beaucoup moins locale que la magnétite, sa distribution est plus uniforme. Il y a donc avantage à s'adresser, pour se renseigner, non pas à cette somme des minéraux lourds, mais à des minéraux particuliers compris parmi ces derniers. Aucun n'est plus avantageux que la magnétite. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide double, à Vannes, le 3 janvier 1898.* Note de M. Georget, présentée par M. O. Callandreau.

« Le 3 janvier dernier, rentrant chez moi vers $8^{h}40^{m}$ du soir, j'ai vu, en me retournant, dans la direction du nord-est, à une hauteur de 30° à 40°, un météore lumineux assez brillant, de la couleur de la planète Mars, et parcourant le ciel assez lentement. Il s'est éloigné dans la direction du nord et a disparu à l'horizon sur le prolongement des étoiles ζ et ε Grande Ourse, derrière les collines situées au nord de Vannes, à 8^{km} ou 10^{km}, et dominant la ville de 110^{m}.

» Il a parcouru une trajectoire d'une étendue de 45° en cinq ou six minutes, pendant lesquelles il a constamment diminué d'éclat, comme un corps lumineux qui s'éloigne. Vers la disparition, on a cru voir un éclat jaune rougeâtre.

» J'ai pu examiner ce météore pendant quelques minutes à l'aide d'une petite lunette de 30^{mm} (lunette terrestre à stadia de Goulier). Il paraissait

formé de deux corps lumineux A et B situés à peu près à même hauteur, le plus brillant A en avant. Particularité remarquable : le mouvement de B était soumis à des oscillations brusques; elles duraient une demi-seconde environ; on en a compté 4 ou 5 par minute.

» On eût dit deux ballons lumineux reliés l'un à l'autre. »

M. **Callandreau** ajoute la remarque suivante :

« L'observation faite par le commandant Georget est fort importante. Elle est à rapprocher d'une observation, jusqu'ici peut-être unique dans son genre, due à Schmidt. Cet astronome vit, le 19 octobre 1863, un bolide marchant avec une lenteur exceptionnelle. Il put l'examiner avec un chercheur de comètes et constata qu'il était double. »

M. **Balland** adresse de nouvelles observations « Sur les essais d'aluminium ».

La séance est levée à 5 heures. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales doubles et sur un nouvel invariant dans la théorie des surfaces algébriques.* Note de M. **Émile Picard**.

« 1. J'ai défini, dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 6 décembre 1897), ce qu'on devait entendre par intégrale double de *seconde espèce* relative à une surface algébrique. La considération des intégrales doubles de seconde espèce conduit à un nombre *invariant*; j'ai en effet énoncé que, étant donnée la surface

$$f(x, y, z) = 0,$$

il existe un certain nombre ρ d'intégrales J de seconde espèce

$$\int\int R(x, y, z)\,dx\,dy$$

(R étant rationnelle en x, y, z) dont aucune combinaison linéaire n'est de la forme

$$(1) \qquad \int\int \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} \right) dx\, dy$$

(P et Q étant rationnelles en x, y et z), et telles que toute autre intégrale de seconde espèce est une combinaison linéaire des intégrales J, à un terme additif près de la forme (1). Le nombre ρ est l'invariant dont je viens de parler; sans vouloir entrer pour le moment dans le détail du calcul de ce nombre, je voudrais faire voir au moins comment on peut établir son existence.

» Je montre d'abord que toutes les intégrales de seconde espèce relatives à la surface f peuvent, par la soustraction d'un terme convenable de la forme (1), être ramenées à la forme

$$(2) \qquad \int\int \frac{M(x, y, z)}{f'_z} dx\, dy,$$

M désignant un polynome en x, y et z. Le problème qui se pose alors est de chercher à réduire autant que possible les intégrales de la forme (2), sans se préoccuper d'ailleurs, dans cette première réduction, de l'espèce de l'intégrale. J'entrerai dans quelques détails sur cette réduction, en supposant que la surface f soit une surface générale de degré m.

» Désignons par p le degré du polynome M; j'envisage l'expression

$$(3) \qquad \frac{1}{p-m+3} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{U}{f'_z} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{V}{f'_z} \right) \right],$$

U et V étant des polynomes de degré $p+1$ en x, y et z. Nous allons chercher à déterminer ces polynomes de manière que l'expression (3) soit de la forme

$$\frac{N(x, y, z)}{f'_z}$$

et que, dans le polynome N de degré p, les termes de degré p soient les mêmes que dans M. Soient M_1 les termes homogènes de degré p dans M; nous posons

$$U = xM_1 + H, \qquad V = yM_1 + K,$$

H et K étant des polynomes de degré p. Nous satisferons aux conditions indiquées si l'expression

$$M_1(xf'_x + yf'_y) + Hf'_x + Kf'_y$$

s'annule pour les points de la courbe donnée par les deux équations

$$f = 0, \qquad f'_z = 0.$$

» En appliquant les formules relatives aux conditions imposées à une surface qui doit passer par une courbe, on voit que l'on pourra déterminer H et K de la manière voulue, si le nombre p satisfait à l'inégalité

$$\frac{(p+1)(p+2)(p+3)}{3} - \frac{(p-m+2)(p-m+3)(p-m+4)}{6}$$
$$> (p+m-1)m(m-1) - \frac{m(m-1)(m-3)}{2}.$$

Or, il se trouve que cette inégalité est très facile à résoudre; elle est vérifiée pour $p = 2m - 3$ et les nombres supérieurs, et elle ne l'est pas pour $p = 2m - 4$. De là se tire une conséquence importante : *Toutes les intégrales de la forme* (2) *peuvent, par la soustraction d'une intégrale convenable de la forme* (1), *être ramenées à une intégrale*

$$(4) \qquad \int\int \frac{A(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z},$$

où A *est un polynome de degré au plus égal à* $2m - 4$.

» Je n'insiste pas sur la réduction ultérieure qui reste encore à faire sur les expressions (4), et il faut en plus écrire, dans notre problème, que l'intégrale est de seconde espèce. Tout cela ne présente pas de difficultés, au moins dans le cas général, mais cependant dans certains cas particuliers la discussion peut être assez délicate. Le seul point qui nous intéresse ici est la démonstration de ce fait que *le nombre des intégrales distinctes de seconde espèce est limité;* c'est ce qui résulte immédiatement de l'analyse qui vient d'être développée.

» 2. Je profite de l'occasion pour compléter l'étude de la réduction élémentaire des intégrales abéliennes relative à une courbe algébrique, sous la forme que je lui ai donnée dans mon *Traité d'Analyse* (t. I, p. 50-65), et ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables* (p. 159). Soit

$$f(x, y) = 0$$

l'équation d'une courbe algébrique, n'ayant comme points singuliers que des points doubles, de degré m et de genre p. Par des soustractions de fonctions rationnelles de x et y on ramène facilement toutes les intégrales

abéliennes relatives à la courbe f aux deux types

$$\int \frac{P(x, y)}{f'_y} dx \quad \text{et} \quad \int \frac{Q(x, y)}{(x-a) f'_y} dx,$$

P et Q étant des polynomes, et le polynome $P(x, y)$ étant au plus de degré $2m - 4$. Si l'on se borne à considérer les intégrales de *seconde* espèce, elles se ramèneront toutes à la première forme par une soustraction convenable d'une fonction rationnelle de x et y. Des réductions ultérieures sont encore possibles, et nous avons ramené (*Fonctions algébriques*, p. 163) le polynome $P(x, y)$ à ne plus contenir que

$$2p + d$$

constantes arbitraires, d désignant le nombre des points doubles de f. Cette réduction suffisait pour notre objet, mais on peut encore aller plus loin. Par la soustraction d'une expression convenable de la forme

$$\frac{\lambda(x, y)}{(x - a_1) \ldots (x - a_d)},$$

où λ est un polynome et où $a_1, a_2, \ldots, a_d$ désignent les abscisses des d points doubles, on obtient l'intégrale

$$\int \frac{P(x, y)}{f'_y} dx,$$

dans laquelle le polynome P de degré $2m - 4$ contient seulement $2p$ arbitraires, et qui donnent $2p$ intégrales *distinctes* de seconde espèce, de telle sorte que la réduction est complète pour les intégrales de seconde espèce. »

OPTIQUE. — *Addition à ma Note précédente sur le phénomène de Zeeman;* par M. A. Cornu.

« Par inadvertance j'ai écrit (p. 182, avant-dernière ligne) le mot *diminuant* au lieu de *augmentant;* de sorte qu'il faut lire :

» ...le dédoublement magnétique de leurs composantes va en augmentant suivant une loi rapide avec la réfrangibilité, bien que la longueur d'onde varie d'une quantité insignifiante de l'une à l'autre.

» Voici d'ailleurs quelques-unes des séries de mesures micrométriques de ce dédoublement qui m'ont conduit à cette conclusion :

GROUPE $b_1 b_2 b_4$ DU MAGNÉSIUM.

Observations parallèlement aux lignes de force.

	$b_1 (\lambda = 518,50)$.	$b_2 (\lambda = 517,20)$.	$b_4 (\lambda = 516,67)$.
Distance des raies dédoublées.....	26,5	36,2	39,9
	25,8	35,1	37,1

Observations perpendiculairement aux lignes de force.

27,1	31,4	31,5
24,7	34,6	40,5

GROUPE DES RAIES BLEUES DU ZINC.

Observations parallèlement aux lignes de force.

» Les mesures relatives aux trois raies bleues du zinc ont été effectuées sur des clichés photographiques :

$(\lambda = 480,97)$.	$(\lambda = 472,14)$.	$(\lambda = 467,95)$.
15,3	19,6	28,4

» L'intensité du champ magnétique, dans ces observations (1er décembre 1897), était d'environ 7000 à 8000 unités C.G.S.

» Ainsi la grandeur du dédoublement (exprimée en centièmes de tour du micromètre déjà décrit) augmente bien avec la réfrangibilité (1). »

---

(1) Je ne saisis pas bien l'opportunité des remarques que M. H. Becquerel a ajoutées à la suite de ma Communication. La loi qu'il avait annoncée, sans aucune restriction, sur la nature des radiations soumises au magnétisme (au moins pour une même substance), est contredite par l'expérience. Aussi ne vois-je pas pourquoi notre Confrère cherche à justifier ses vues en empruntant à mes études des distinctions dont il n'était nullement question dans la Note à laquelle il renvoie et qui en modifient complètement la portée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les conditions de formation des carbures alcalins, des carbures alicalno-terreux et du carbure de magnésium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons pu préparer au four électrique un grand nombre de carbures définis et cristallisés (¹), en réduisant les oxydes ou les carbonates métalliques par le charbon. Certains, tels que les carbures alcalins, ne peuvent pas s'obtenir par ce procédé. Il nous a semblé intéressant de rechercher pourquoi ces méthodes de préparation ne s'appliquaient pas à cette série de composés.

» Dans son Mémoire sur une nouvelle classe de radicaux métalliques M. Berthelot (²) a signalé l'existence des composés C^2HNa et C^2Na^2, qui s'obtiennent par l'action d'une chaleur plus ou moins élevée sur du sodium maintenu dans une atmosphère d'acétylène. Le corps C^2Na^2 ainsi formé est le carbure de sodium, analogue par l'ensemble de ses propriétés au carbure de calcium que j'ai préparé avec facilité au four électrique et qui a été le point de départ de l'industrie de l'acétylène.

» Il est bien vraisemblable que les métaux alcalino-terreux chauffés dans une atmosphère d'acétylène fourniraient de même les carbures alcalino-terreux. L'impossibilité d'avoir ces métaux à l'état de pureté nous a empêché de réaliser cette expérience.

» *Carbure de potassium.* — M. Berthelot a préparé ce composé par l'action de l'acétylène au rouge sombre sur le métal alcalin.

» Lorsque l'on chauffe au four électrique un mélange de carbonate de potassium et de charbon ($CO^3K^2 + 2C$) avec un courant de 900 ampères et 45 volts, on obtient comme résidu une substance noire, pulvérulente, constituée par du carbone à peu près pur, ne renfermant que des traces de métal alcalin et ne produisant pas de dégagement gazeux au contact de l'eau. Avec un courant aussi intense, il ne se forme pas de carbure de potassium.

» Dans une deuxième expérience, nous avons chauffé au four électrique,

(¹) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 284.

(²) Berthelot, *Sur une nouvelle classe de radicaux métalliques composés* (*Annales de Ch. et de Ph.*, 4ᵉ série, t. IX, p. 385; 1886).

dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités, le mélange de flux noir et de charbon qui est employé pour la préparation du potassium. La durée de la chauffe a été de huit minutes, et le courant, plus faible que précédemment, était de 45 volts et 350 ampères. Après refroidissement, le produit retiré du tube était en poudre grossière. Quelques parcelles présentaient même l'aspect fondu et la masse, jetée dans l'eau, produisait de suite un dégagement gazeux. Si cette matière noire est simplement humectée d'eau, elle devient incandescente et fournit un gaz brûlant avec une flamme rouge violacée. Quelques fragments produisent même une faible explosion.

» Traitée par l'eau dans un tube rempli de mercure, elle donne lieu à un faible dégagement gazeux. Le résidu noir est formé de charbon et l'eau filtrée a pris une teinte jaunâtre. Cette solution est très alcaline et renferme une petite quantité de carbonate et de cyanure.

» Le gaz dégagé est formé d'un peu d'azote, d'hydrogène et d'acétylène. Deux analyses de ce mélange gazeux nous ont donné les chiffres de 70 et 66,6 pour 100 d'acétylène. Le dégagement gazeux est très faible et la quantité de carbure de potassium produite dans ces conditions est très petite. Ces premières expériences nous démontrent que la température du four électrique est beaucoup trop élevée pour qu'il soit possible d'y préparer le carbure de potassium.

» D'autre part, nous avons remarqué que le potassium métallique était attaqué lentement à froid et à la pression ordinaire par le gaz acétylène. Si l'expérience est assez prolongée, l'attaque peut même se faire d'une façon complète. Dans une expérience nous avons placé un fragment de potassium dans le haut d'un tube de $0^{m},50$ de long et fermé à son extrémité supérieure. Ce tube avait été rempli de gaz acétylène et disposé sur la cuve à mercure. Dès le deuxième jour, on a constaté que le niveau du mercure s'élevait d'une façon sensible. L'absorption s'est continuée lentement et nous avons mis fin à l'expérience quarante-neuf jours plus tard.

» L'appareil renfermait, au début, 17^{cc} de gaz acétylène à 0° et 760^{mm}. Après l'expérience, le volume restant était de $8^{cc},35$ contenant $4^{cc},18$ d'hydrogène (le tout ramené à 0° et à 760^{mm}). Le volume d'acétylène absorbé était de $8^{cc},65$. Il est sensiblement le double de celui de l'hydrogène produit, ce qui découle de l'équation suivante

$$\underset{2\,\mathrm{v}}{C^2H^2} + K = C^2HK + \underset{1\,\mathrm{v}}{H}.$$

» On obtient ainsi à froid un produit blanc (1), peu adhérent au tube, et qui se décompose de suite au contact de l'eau froide en fournissant de l'acétylène pur. Le volume de gaz recueilli dans ces conditions a été de 7cc, ce qui est un peu inférieur à la quantité théorique. Cette légère différence est due à la polymérisation d'une petite quantité d'acétylène.

» Ainsi à froid, par l'action du potassium sur l'acétylène, on obtient le composé C^2HK ou acétylène potassé, déjà indiqué par M. Berthelot, composé intermédiaire entre l'acétylène C^2H^2 et le carbure de potassium C^2K^2.

» *Carbure de sodium.* — La réduction du carbonate de sodium par le charbon sous l'action d'un courant intense (1000 ampères 70 volts) n'a pas donné de carbure. Au contraire, en chauffant dans un creuset fermé, disposé dans un tube de charbon, un mélange de soude et de charbon de sucre avec un courant plus faible (350 ampères, 45 volts), on a obtenu une poudre noire fournissant au contact de l'eau froide un faible dégagement d'acétylène.

» L'absorption du gaz acétylène par le sodium à froid est beaucoup plus lente qu'avec le potassium. Elle est presque nulle (2).

» A cause de cette faible absorption, nous avons modifié l'expérience de la façon suivante : on fait un tube scellé avec du sodium et de l'acétylène liquide bien sec, puis on l'abandonne à la température du laboratoire. Au début, l'action est assez lente; mais, après plusieurs jours, le sodium se ternit et se recouvre d'une couche d'un blanc jaunâtre, dont l'épaisseur augmente sans cesse. Enfin la transformation du métal se fait totalement. Le tube, fortement refroidi, a été ensuite ouvert, et les gaz ont été recueillis au moyen de la trompe à mercure. Au milieu de l'acétylène en excès, il nous a été facile de séparer de l'hydrogène libre. Le produit, d'un blanc

(1) Le composé transparent, qui se produit par la réaction du potassium sur l'acétylène à froid, possède tout d'abord, lorsqu'on le regarde à la loupe, une couleur bleue dans les portions qui se trouvent au contact du métal. Cette teinte disparaît au fur et à mesure que la transformation du potassium se produit. On doit rapprocher ce phénomène de la coloration bleue que prend le chlorure de potassium au rouge en présence de la vapeur de potassium, coloration mentionnée par M. Le Roux (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1022; 1868) et qui semble résulter d'une diffusion du métal.

(2) La formation plus facile de l'acétylène potassé explique pourquoi M. Berthelot a rencontré des traces d'acétylène dans l'hydrogène produit par la décomposition de l'eau au contact du potassium, tandis qu'il n'en a pas trouvé dans l'hydrogène obtenu au moyen du sodium.

jaunâtre, qui remplace le sodium a été analysé de la façon suivante : un poids donné de ce composé est détruit par l'eau, et l'acétylène recueilli est mesuré, puis analysé pour être bien certain de sa pureté. Le sodium est dosé par un titrage alcalimétrique de la soude formée. Le dérivé ainsi obtenu à froid répond à la formule C^2HNa. C'est donc encore le composé intermédiaire entre l'acétylène et le carbure, l'acétylène sodé, qui se produit tout d'abord.

» Il n'est pas indispensable d'employer dans cette préparation l'acétylène liquide, la même réaction peut être faite à la température ordinaire avec le gaz acétylène comprimé. La vitesse de la réaction paraît être fonction de la pression.

» Ainsi que nous le faisions remarquer plus haut, la combinaison du sodium et de l'acétylène ne se produit que difficilement à la pression ordinaire et elle exige plusieurs mois pour être sensible. Sous une pression d'une atmosphère, la combinaison est plus rapide et, si l'on chauffe légèrement même sous pression réduite, l'attaque se fait avec plus de rapidité. Vers 50°, elle est déjà très nette et nous avons pu transformer complètement un petit fragment de sodium en composé C^2HNa en le maintenant au contact de l'acétylène pendant quinze jours à la température de + 70°.

» *Dissociation du composé* C^2HNa. — Le corps blanc de formule C^2HNa, obtenu par l'action de l'acétylène à froid sur le sodium, a été placé dans un tube de verre de Bohême, fermé à l'une de ses extrémités et relié à une trompe à mercure. Si l'on chauffe lentement ce composé C^2HNa dans le vide, on le voit brunir et il se dégage tout d'abord du gaz acétylène pur.

» En continuant à chauffer, la teinte du produit devient plus foncée et, en même temps que l'acétylène se dégage, il se condense, dans la partie froide du tube, une petite quantité de carbures d'hydrogène liquides. En arrêtant alors l'expérience, avant toute déformation du tube de verre, le produit solide qui reste comme résidu donne au contact de l'eau froide un dégagement d'acétylène pur. C'est le carbure de sodium de M. Berthelot, de formule C^2Na^2. Si, au lieu de décomposer ce produit par l'eau, on continue à le chauffer dans le vide jusqu'au rouge, il ne se produit plus de dégagement gazeux; il reste du carbone noir au fond du tube [1], et

[1] Nous avons constaté, après l'expérience, que cette poudre était formée de carbone pur. Elle ne fournissait plus de dégagement gazeux au contact de l'eau.

l'on voit un anneau brillant de sodium métallique venir se condenser audessus de la partie chauffée.

» Par une élévation de température, qui atteint à peine le point de ramollissement du verre de Bohême, le carbure de sodium, dans le vide, est donc décomposé en charbon et en sodium. Ce fait nous explique l'insuccès de nos expériences sur la réduction de la soude ou du carbonate de sodium par le charbon. La température du four électrique est beaucoup trop élevée pour que le carbure de sodium puisse exister dans ces conditions.

» Les expériences précédentes peuvent être représentées par les deux équations suivantes :

$$2\,C^2NaH = C^2H^2 + C^2Na^2,$$
$$C^2Na^2 = C^2 + Na^2.$$

» *Carbure de lithium.* — Nous avons déjà fait remarquer, à propos de la préparation du carbure de lithium, que, même avec un courant de 350 ampères et 50 volts, il ne fallait pas chauffer plus de dix minutes, sans quoi il ne restait que du graphite au fond du tube de charbon dans lequel se fait l'expérience. La température de cette préparation présente une grande importance au point de vue du rendement en carbure. Le composé du lithium se dissocie, en effet, plus facilement par la chaleur que le carbure de calcium. La température de décomposition du carbure de lithium est intermédiaire entre celle du carbure de sodium et celle des carbures alcalino-terreux.

» *Carbure de calcium.* — Un certain nombre d'expériences nous ont démontré que, dans le four électrique, le carbure de calcium peut être décomposé lorsque l'on emploie des courants d'une grande intensité :

» 1° Lorsque nous avons préparé de petites quantités de carbure de calcium avec des courants de 1200 ampères et 60 volts, il nous est arrivé, si l'expérience dure dix minutes, d'obtenir un résidu formé de graphite pulvérulent, ne contenant plus que des traces de carbure de calcium.

» Il n'y a pas eu volatilisation du composé, car le carbone en poudre est resté dans le creuset. Il est plus vraisemblable de penser que l'on se trouve en présence d'une dissociation du carbure, le calcium distillant avec facilité et le carbone pulvérulent restant comme résidu.

» 2° Dans des expériences faites au moyen du tube froid de Deville, et qui avaient pour but d'étudier la condensation de la vapeur de carbone, nous n'avons jamais obtenu de condensation de carbure de calcium. Si l'on chauffe en effet, dans le four électrique, du carbure de calcium fondu, on

ne retrouve sur le tube de cuivre, traversé par un courant d'eau froide, que de la poussière de graphite, de la chaux pulvérulente et du calcium; ce dernier, au contact de l'eau, dégage de l'hydrogène dont la pureté a été vérifiée par une analyse eudiométrique.

» Comme les carbures de sodium et de lithium, mais à une température beaucoup plus élevée, le carbure de calcium peut donc se décomposer en métal et en carbone.

» *Carbure de magnésium.* — En chauffant avec précaution de la poudre de magnésium dans un courant de gaz acétylène (réaction indiquée par M. Berthelot), on obtient un carbure de magnésium impur, mélangé de charbon, mais fournissant nettement, au contact de l'eau froide, du gaz acétylène.

» Ce carbure de magnésium a été disposé dans un double creuset de graphite pur et chauffé dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités (600 ampères, 60 volts). Durée de l'expérience, six minutes. Après refroidissement, la matière noire retirée du creuset ne donnait aucun dégagement gazeux au contact de l'eau. Le carbure de magnésium avait été totalement décomposé sous l'action de cette température élevée. Cette expérience nous explique pourquoi nous avons pu fondre la magnésie et l'amener à l'état liquide dans des creusets de charbon sans qu'il y ait réduction de cet oxyde. A la température de fusion de la magnésie, le carbure de magnésium ne peut plus exister.

» *Conclusions.* — En résumé, par l'action du gaz acétylène froid ou par l'action de l'acétylène liquide, avec ou sans pression, on peut obtenir les composés intermédiaires ou acétylènes sodés et potassés à l'état de pureté C^2KH et C^2NaH.

» Par une élévation de température, ces corps peuvent se décomposer : ils produisent un dégagement d'acétylène et ils laissent, comme résidus, les carbures C^2K^2 et C^2Na^2.

» Par une élévation plus grande de température, ces carbures sont dissociés en métal et en carbone. Le phénomène est identique, bien qu'il se produise à une température plus élevée pour les carbures alcalino-terreux. Il en est de même pour le carbure de magnésium.

» La stabilité de ces carbures, pour des variations de plus en plus grandes de température, ira donc en croissant des métaux alcalins aux métaux alcalino-terreux.

» Ces expériences établissent que les carbures de potassium, de sodium

et de magnésium ne peuvent pas être produits à la température du four électrique. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Mécanisme histologique de la cicatrisation; de la réunion immédiate vraie;* par M. L. RANVIER.

« La réunion immédiate ordinaire, celle qui se produit par l'intermédiaire des fibres synaptiques, n'est pas la plus simple. Il faut distinguer une réunion immédiate synaptique et une réunion immédiate vraie. Cela ressort des expériences que je vais exposer aujourd'hui.

» On pratique sur la cornée d'un lapin vivant, au moyen d'un couteau à cataracte, une série d'incisions parallèles, les unes superficielles, les autres profondes. Ces incisions doivent être voisines les unes des autres. Il convient qu'aucune ne soit pénétrante. La cornée reste transparente. Presque toutes les plaies consécutives aux incisions se remplissent de cellules épithéliales provenant du glissement et de l'éboulement de l'épithélium circonvoisin. Les cellules épithéliales qui s'avancent en masse sur chacune des lèvres de la plaie arrivent au contact et se soudent. Au bout de vingt-quatre heures, quelle que soit la profondeur de la plaie, celle-ci possède un revêtement épithélial continu, dans lequel il est impossible de distinguer les lieux de la soudure. Toutes les cellules sont séparées et unies par le même ciment, le ciment intercellulaire physiologique, qui, comme je l'ai dit dans une Communication récente, se colore en bleu verdâtre par la thionine.

» Ce phénomène de soudure épithéliale paraît correspondre à la réunion immédiate la plus simple qui se puisse voir. Il n'y est pas employé d'autres matériaux que ceux du tissu lui-même. On ne doit y faire intervenir ni lymphe plastique, ni prolifération.

» Peut-on observer, dans la partie conjonctive de la cornée, des phénomènes du même ordre ou plus simples encore? Tant que j'ai fait dans cette membrane une ou deux incisions seulement, comprenant le tiers ou la moitié de son épaisseur, il m'a été impossible de le savoir, parce que toujours les lèvres de la plaie étaient écartées l'une de l'autre par la masse épithéliale éboulée. Dans ces conditions, la réunion immédiate vraie ne saurait se produire.

» Il paraissait difficile d'éviter la pénétration des cellules épithéliales entre les lèvres de la plaie. Enlever l'épithélium par raclage sur une partie

de la surface de la cornée et faire ensuite une incision dans la partie dénudée semblait fort logique. J'ai tenté l'expérience. Probablement à cause de la violence du traumatisme ou de l'action du liquide lacrymal, la réunion immédiate vraie ne s'est pas produite. L'épithélium s'est avancé à partir des régions où il avait été ménagé, il est arrivé à la plaie et l'a remplie.

» J'ai des préparations dans lesquelles on voit qu'une des lèvres de la plaie a acquis un revêtement épithélial, tandis que l'autre en est encore dépourvue. Si l'on avait attendu quelques heures de plus, l'épithélium aurait, sans doute, envahi la plaie tout entière. Après être descendu sur l'une de ses lèvres, il aurait remonté l'autre pour s'étendre ensuite sur toute la surface dénudée.

» Cette expérience n'ayant pas réussi, il a fallu en imaginer une autre. Il m'a semblé que si l'on pratiquait un grand nombre d'incisions parallèles, les unes profondes, les autres superficielles, comme il est dit plus haut, il faudrait, pour les remplir toutes, une si grande quantité de cellules que le revêtement épithélial deviendrait impuissant à les fournir et que quelques-unes des incisions superficielles pourraient ainsi échapper à l'invasion.

» L'expérience a confirmé cette hypothèse. Parmi les petites incisions, surtout celles qui sont entre deux incisions un peu profondes, comprenant par exemple le tiers de l'épaisseur de la cornée, il y en a dont les deux lèvres sont en contact; il ne s'y est pas insinué de cellules épithéliales. A leur niveau, l'épithélium de revêtement a été divisé par l'instrument tranchant et cependant on n'y voit plus rien de la solution de continuité. Il s'est réparé suivant le mécanisme de la réunion immédiate vraie, que j'ai indiqué précédemment.

» Tout cela peut être constaté, au bout de vingt-quatre heures, par l'examen de coupes faites, perpendiculairement à la plaie, sur la cornée convenablement fixée et colorée. Mais c'est seulement vingt-quatre heures plus tard, c'est-à-dire dans des plaies de quarante-huit heures, que l'on peut bien observer les détails de la réunion.

» J'ai déjà montré qu'à ce moment, dans les plaies comblées d'épithélium, les prolongements sectionnés des cellules conjonctives bourgeonnent, végètent, s'anastomosent les uns avec les autres et forment ainsi, au-dessous de l'épithelium, une membrane protoplasmique fenêtrée. Il semble évident que si ces prolongements ne s'étendent pas plus loin c'est que l'épithélium les en empêche, et l'on conçoit aisément que ceux qui occupent une des

lèvres de la plaie s'anastomoseraient avec ceux de l'autre lèvre, si elles étaient en contact.

» Tel est, en effet, le mécanisme de la réunion immédiate vraie du tissu conjonctif de la cornée dans la plaie de quarante-huit heures, où l'épithélium n'a pas pénétré et dont les lèvres se touchent; on peut voir les cellules conjonctives hypertrophiées émettre des prolongements qui s'insinuent dans la solution de continuité, s'anastomosent et forment ainsi une cicatrice protoplasmique résistante.

» Là pas de ciment, comme dans la cicatrice épithéliale, mais seulement accroissement du protoplasma cellulaire et fusion des prolongements protoplasmiques. On pourrait se laisser entraîner à voir dans ce dernier processus un mécanisme plus compliqué parce qu'il est d'observation moins facile; mais si l'on va au fond des choses, il est plus simple. Il est dans la nature des cellules du tissu conjonctif de s'unir les unes aux autres par leurs prolongements. Si donc ces cellules déterminent la formation d'une cicatrice en s'anastomosant entre elles, elles ne font qu'obéir à une de leurs propriétés fondamentales.

» Il peut se faire que quelques cellules épithéliales seulement aient pénétré entre les lèvres de la plaie. Elles forment alors un lobule, une sorte de globe, complètement isolé au sein du tissu conjonctif. On dirait un lobe d'épithéliome lobulé. Au-dessus et au-dessous de ce lobe, la plaie est fermée par une cicatrice protoplasmique. Ces préparations sont fort démonstratives. Elles permettent de bien juger de la direction et de la forme de la cicatrice, et de voir comment les prolongements des cellules conjonctives se sont agencés pour l'établir. Certains prolongements cellulaires semblent la traverser simplement. Les deux lèvres de la plaie sont alors unies, à ce niveau, par un simple pont protoplasmique.

» Quelques expériences que j'ai déjà faites sur la cicatrisation de divers tissus m'autorisent à penser que les faits exposés dans cette Note ont une signification très générale. »

PHYSIOLOGIE. — *L'ampliation de l'oreillette droite du cœur pendant l'inspiration, démontrée par la radioscopie.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

« En examinant, par le dos, le thorax d'une jeune fille atteinte d'infiltration tuberculeuse légère du sommet du poumon droit, j'ai remarqué une saillie convexe qui, à certains moments, élargissait à droite l'ombre por-

tée par la colonne dans une partie correspondant à celle où l'ombre du cœur se montrait à gauche de la colonne.

» En suivant les mouvements de saillie et de retrait de cette onde noire qui n'était pas due aux mouvements propres du cœur, et en les comparant avec les mouvements alternatifs d'abaissement et d'élévation du foie, j'ai constaté et fait constater que l'ombre faisait saillie à droite du sternum quand le foie s'abaissait et que le retrait vers le bord du sternum s'effectuait quand le foie remontait.

» En faisant pivoter légèrement le corps sur lui-même, de manière à porter l'épaule gauche un peu en arrière, je vis plus distinctement la masse des oreillettes et arrivai à y reconnaître, ce qu'il n'est pas rare de constater, les battements propres des oreillettes. Je rendis aussi plus évident le gonflement de la masse auriculaire pendant l'abaissement du foie, c'est-à-dire pendant l'inspiration.

» Chez deux autres malades, affectées, l'une d'infiltration légère du sommet droit, l'autre d'induration étendue du sommet gauche, je ne pus pas réussir à faire la même détermination. Je procédai alors à l'examen de deux femmes atteintes d'asthme : chez l'une des deux seulement, je pus faire la démonstration de l'ampliation que provoque, dans l'oreillette droite, la légère diminution de pression qui se produit dans le thorax pendant l'inspiration et qui fait un appel à la fois sur le sang et sur l'air. J'ai fait la même constatation chez une troisième femme qui n'était affectée d'aucune maladie des organes de la circulation ou de la respiration. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la quatrième campagne de la* Princesse-Alice; par **S. A. S. Albert Ier**, Prince de Monaco.

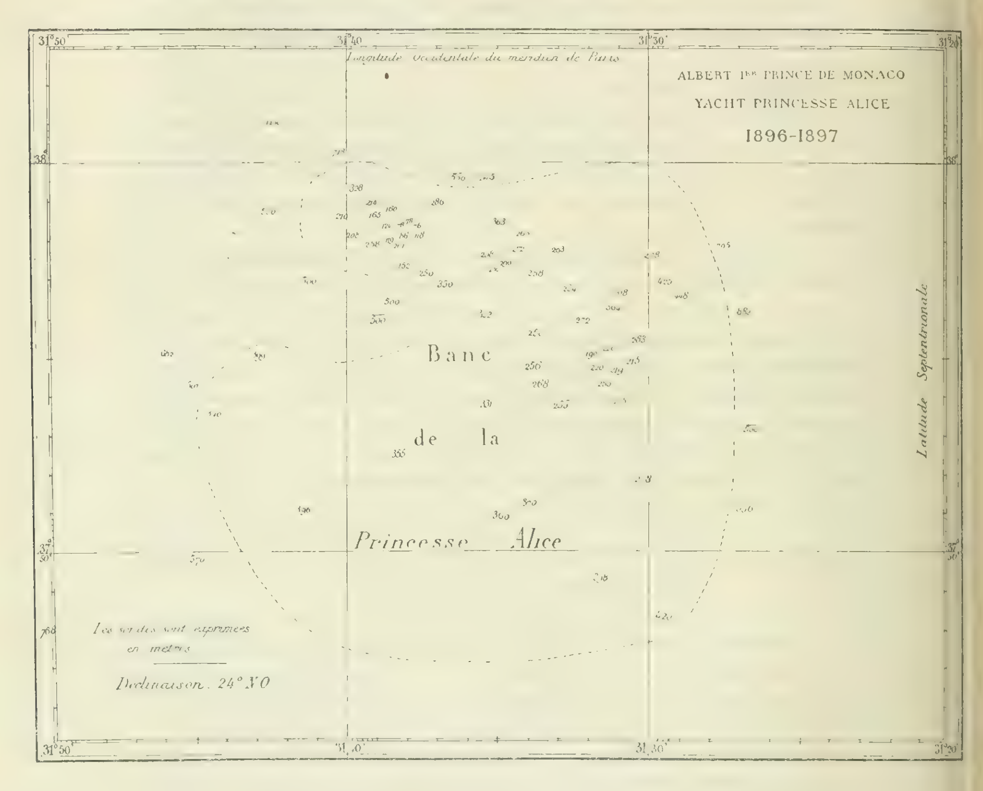
« La *Princesse-Alice* a quitté Monaco cette année, le 2 juin, dans les conditions habituelles : MM. le capitaine Carr, le Dr Jules Richard et M. Neuville secondant mes recherches scientifiques; M. Boutet de Monvel, artiste peintre, pour prendre les notes de couleur nécessaires au laboratoire.

» Sauf quelques opérations devant Monaco, le travail s'est effectué sur la côte occidentale du Maroc, autour de Madère, aux Açores jusqu'à 400 milles dans le sud de ces îles et dans l'ouest du Portugal.

» *Océanographie.* — L'Océanographie proprement dite comprend : 50 sondages jusqu'à 5530m sans compter ceux qui ont été exécutés pour l'hydrographie d'un banc; 21 prises de températures du fond et autant de

la surface; 20 prises d'échantillons d'eau depuis 599^{m} jusqu'à 5440^{m} et autant à la surface.

» J'ai continué l'étude du banc *Princesse-Alice*, que j'avais découvert l'an passé; une surface importante doit lui être ajoutée dans le sud et le sud-ouest. (Voir la Carte qui accompagne cette Note.)



» Les éléments qui suivent permettent d'entrevoir l'intensité de la vie animale sur ce banc. Trois goélettes, montées chacune par une douzaine d'hommes, y ont pris cet été, durant un total général de trente-neuf jours de pêche, $22\,515^{kg}$ de poisson; ces pêcheurs essayaient presque au hasard

le fond qu'ils connaissaient à peine et ils n'employaient que des lignes à la main.

» *Zoologie*. — La Zoologie comprend 16 coups de chalut entre 98^{m} et 540^{m},

» 14 poses de nasse entre 200^{m} et 5310^{m},

» 3 coups de chalut de surface,

» 5 descentes de barre à fauberts entre 599^{m} et 1425^{m},

» 3 poses de palancre entre 1169^{m} et 5310^{m},

» 4 poses de trémail entre 1230^{m} et 1638^{m},

» 6 pêches de surface à la lumière électrique.

» Dans la Méditerranée, deux Cétacés (*Globicephalus melas*) de $4^{m},10$ et de $3^{m},86$, ont été capturés. C'étaient deux femelles dont l'une portait un fœtus de $0^{m},12$. Sur la côte du Maroc, un Dauphin a été harponné. Aux Açores, on a pris un autre Cétacé : *Grampus griseus* mâle, de $2^{m},70$.

» Entre le Portugal, les Açores et la côte de Bretagne, 7 Germons de 2^{kg} à 17^{kg} ont été pris et étudiés pour leurs parasites et pour le contenu de leur estomac.

» Aux Açores, 19 Tortues (*T. caretta*) ont été prises. L'une d'elles, qui pesait seulement 680^{gr}, est la plus petite que j'aie jamais rencontrée dans cette région, et la présence d'un animal évidemment tout jeune paraît compliquer davantage la question de provenance des Tortues aux Açores; car, suivant ce que j'ai déjà exposé, elles n'ont pas le moyen de se reproduire dans cet archipel, en observant leurs habitudes connues.

» Le travail des chaluts a rapporté, notamment de 4360^{m} et en outre des récoltes habituelles, un Poisson, *Cyema atrum* (?), et un petit Céphalopode bathypélagique très intéressants.

» Les nasses ont présenté deux faits remarquables. L'une d'elles, posée dans la profondeur de 1260^{m}, aux Açores, et laissée vingt-quatre heures, a rapporté juste 1200 animaux dont 1198 Poissons (1176 *Simenchelys* et 22 *Synaphobranchus*). Une autre, descendue à la profondeur de 5255^{m}, a ramené un Amphipode géant de 14^{cm}, nouveau comme espèce et comme genre, de la famille des Lysianassidés; plusieurs Amphipodes plus petits, qui sont également nouveaux comme genre et comme espèce, et un Poisson du genre *Sirembo*. Une dernière nasse descendue à 5310^{m} a rapporté également deux Amphipodes.

» Une barre à fauberts, traînée près de Madère et par 1425^{m}, a donné, parmi des *Scalpellum*, des Stellérides et des Hydraires, un *Pentacrinus Wyville Thomsoni* vert bleuâtre.

» Un trémail descendu par 1260^{m} entre Pico et São-Jorge, a pris des Éponges siliceuses, une Holothurie, des Stellérides, des Bryozoaires et un *Centrophorus* (?). Ces filets ont aussi ramené un grand nombre de certaines boules vaseuses grosses comme des prunes, réticulées et tellement fragiles que leur sortie de l'eau suffisait pour les faire fondre en un nuage. Ces objets, qui semblent avoir une origine organique, ne nous avaient encore jamais été fournis par aucun autre appareil et, grâce à des précautions spéciales, plusieurs ont pu être conservés intacts dans de la gélatine.

» Un palancre a pris, dans le sud de Madère, à une profondeur intermédiaire de 1105^{m} environ, un Poisson voisin de l'*Alepisaurus ferox*.

» Des Céphalopodes nouveaux ou très rares ont été recueillis à la surface : notamment, près de Madère, un spécimen d'*Histioteuthis* et un autre de *Cucioteuthis*, genre dont on ne connaissait que les bras, et dont le Cachalot, visité par la *Princesse-Alice* en 1895, renfermait une couronne : on connaît maintenant l'animal complet; puis, vers 30° de latitude nord, un *Taonius pavo* (?), extrêmement rare, et deux autres tout petits du genre *Chranchia*, dragués avec un filet de surface; enfin, aux Açores, pendant une chasse très serrée faite à une troupe de Cétacés, plusieurs débris d'*Alloposus mollis*, probablement rejetés par ces animaux. »

M. Edmond Perrier, en présentant à l'Académie la deuxième édition de son Livre : *Les colonies animales et la formation des organismes*, s'exprime de la façon suivante :

« Malgré les difficultés qu'il a rencontrées au début, l'Ouvrage dont j'ai l'honneur de présenter la seconde édition à l'Académie est aujourd'hui devenu classique; il a été souvent cité non seulement par les biologistes, mais aussi par les philosophes et les sociologistes. Je rappellerai donc simplement qu'il a pour but d'expliquer le mode de constitution des animaux, en prenant pour point de départ l'exercice d'une faculté commune à tous les organismes inférieurs ; d'étendre, par conséquent, aux êtres vivants les méthodes d'explication des physiciens.

» L'observation démontre effectivement que les organismes inférieurs ne sont susceptibles de grandir, en demeurant géométriquement semblables à eux-mêmes, que jusqu'à une taille très restreinte; cette taille une fois atteinte la croissance se localise, et donne naissance à des *bourgeons* qui, chez les organismes fixés, s'orientent sous n'importe quel angle, par rapport à l'organisme initial; qui, chez les organismes libres, se disposent

en série linéaire. De là deux formes fondamentales d'organismes : les *organismes ramifiés*, dont les formes rayonnées ne sont qu'une modification, et les *organismes segmentés* tels que les Arthropodes, les Vers annelés et les Vertébrés.

» Les bourgeons tendent toujours à revêtir la même organisation que l'organisme d'où ils proviennent. Ils sont susceptibles de se détacher et de mener une existence indépendante (*scissiparité*, *génération alternante*) ou bien ils demeurent unis et présentent alors des adaptations réciproques dont il suffit de suivre les diverses étapes pour relier entre eux, par des relations de cause à effet, les phénomènes essentiels de la Morphologie et de l'Embryogénie. Cette dernière est ramenée à l'étude des divers modes de formation, de groupement et d'adaptation des éléments anatomiques et des bourgeons nés les uns des autres, et comme cela a été indiqué dans de récentes publications (1), tous ces phénomènes se rangent sous trois chapitres principaux : les phénomènes de *patrogonie*, de *tachygonie* et d'*armozogonie*.

» Dans cette nouvelle édition, l'auteur a refondu le chapitre relatif aux formes originelles des animaux segmentés; il a donné au chapitre relatif à l'individualité et aux rapports de la Biologie et de la Sociologie des conclusions plus précises. Il a surtout mis en tête de l'Ouvrage une préface où il s'est efforcé de rechercher quels agents ont déterminé l'évolution du Règne animal et quelle part revient à chacun d'eux dans les complications ou les dégradations des organismes. De plus en plus, la façon dont les animaux font usage de leurs organes, les attitudes qu'ils prennent pour en user le plus avantageusement possible, les déchéances qui résultent du défaut d'usage apparaissent comme ayant joué un rôle de première importance, non seulement dans l'évolution paléontologique des organismes, mais aussi dans leur évolution embryogénique. C'était là le fondement même de la doctrine de Lamarck. A un moment où, sous l'influence de Cope, le lamarckisme ressuscite en Amérique, où la Biomécanique provoque en Allemagne d'intéressants travaux, il était important d'établir à quel point est féconde la doctrine, trop négligée en France, du fondateur véritable du transformisme, et de montrer que les progrès de la Biologie n'ont fait que mettre en les mains des naturalistes actuels des bases d'induction et des moyens de démonstration qui manquaient à leur illustre précurseur. »

---

(1) *Rapport sur le prix Serres* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1155; 1896) et *Rapport sur le prix da Gama Machado* (*Ibid.*, t. CXXVI, p. 9; 1898).

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Demanet** adresse une Note « Sur une nouvelle méthode de résolution des équations algébriques et transcendantes ».

(Commissaires : MM. Darboux, Appell.)

M. **Deiss** adresse, de Bâle, une Note relative à une mesure directe de la parallaxe du Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Gaston Bonnier** fait hommage à l'Académie des neuf premiers Volumes de la *Revue générale de Botanique*, Recueil qui a été fondé par lui en 1889.

La *Revue générale de Botanique* renferme des Mémoires et des Articles scientifiques dus à des Botanistes français, et en particulier à la plupart des Membres de la Section de Botanique. En outre, elle rend compte méthodiquement des travaux publiés en France et à l'Étranger.

M. Bonnier fera parvenir tous les mois à l'Académie les fascicules suivants de cette Revue.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie un Volume imprimé en langue russe et intitulé : « *Cours de Géodésie pratique*, professé à l'Académie d'État-Major de Saint-Pétersbourg par M. le colonel *Witkowsky* », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage m'est parvenu par les soins intelligents de M. Vénukoff, qui a bien voulu m'en expliquer le texte en langue russe.

» L'auteur a passé d'abord en revue les théories de la haute Géodésie, d'après les Ouvrages classiques de M. le général Puissant, du colonel Clarke, de M. Helmert, etc. Il donne comme types plus de cent modèles de calcul, tirés des Rapports publiés par les géodésiens de France,

d'Angleterre, d'Allemagne, de Russie, etc. Il passe ensuite aux applications et aux instruments relatifs aux bases de la Topographie, du Nivellement, de la construction des réseaux cartographiques et des Cartes elles-mêmes, et, comme il a beaucoup voyagé en Europe et en Amérique pour étudier sur place les méthodes et la marche des travaux, son Livre est une œuvre essentiellement pratique. Elle donne une haute idée de l'instruction fortement donnée, à l'Académie d'État-Major de Saint-Pétersbourg, aux géodésiens actuels de l'Empire russe.

» Voici, pour en donner une idée, la Table des matières contenues dans cet Ouvrage de 800 pages :

» Vue et dimensions de la Terre. — Sphéroïde terrestre. — Triangulations. — Reconnaissances. — Signaux trigonométriques. — Mesure des bases. — Mesure des angles. — Réduction au niveau de la mer. — Calcul d'une triangulation. — Calcul des coordonnées géographiques. — Détermination des hauteurs. — Travaux exécutés avec un théodolite nivelleur. — Nivellement géométrique. — Planchettes pour les levés topographiques. — Projections cartographiques. — Dessin des Cartes. — Publication des Cartes. — Tableaux divers et conclusions. »

MM. G. **Boudrau**, J. **Chéron**, **Courtade** et **Guyon**, F. **Gossot**, A. **Hébert** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉTÉOROLOGIE. — *Étoiles filantes des mois de novembre et décembre* 1897, *observées à Basse-Terre (Guadeloupe)*; par M. **Ch. Duprat**.

« *Observations du* 13-14 *novembre* 1897. — La nuit du 13-14 novembre 1897 a été assez belle à la Guadeloupe, et j'ai eu le regret de constater que le passage des Léonides a été à peu près nul. A part quelques petits météores sans importance, aucun essaim n'a été visible, bien que mes observations se soient prolongées assez avant dans la nuit. L'espoir exprimé par M. Lœwy, dans la séance de l'Académie du 15 novembre dernier, que les observateurs américains seraient peut-être plus favorisés que ceux de la métropole, n'a pas été réalisé.

» *Brillant essaim d'étoiles filantes du* 12 *décembre* 1897. — Dans la soirée du 12 décembre 1897, à Basse-Terre (Guadeloupe), j'ai observé de 7^h à 9^h30^m (11^h16^m à 13^h46^m de Paris) un brillant essaim d'étoiles filantes,

dont le point d'émanation paraissait situé dans la région de la Girafe et du Lynx.

» Les météores, dont quelques-uns fort beaux, apparaissaient soit isolément, soit par groupes; on en comptait 8 ou 10 par minute au moment du maximum, ce qui, pendant deux heures et demie d'observation, permet d'estimer leur nombre à 1000 ou 1200. Leurs trajectoires sillonnaient le ciel, du nord vers l'ouest, entre l'horizon et 45° de hauteur environ.

» A $9^h 30^m$, des brumes opaques envahirent l'atmosphère, rendant toute observation impossible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions uniformes ou holomorphes dans un domaine quelconque.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je voudrais indiquer brièvement, dans cette Note, quelques modes de développement remarquables d'une fonction analytique, holomorphe (ou uniforme) dans un domaine quelconque.

» On peut établir d'abord les théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Soit* D *un domaine fini du plan des* z, *limité par un contour simple* C. *Toute fonction* $F(z)$ *holomorphe dans* (D) *est développable dans* D *en série de polynomes :*

$$F(z) = \Sigma P_n(z), \tag{1}$$

la série convergeant absolument et uniformément dans toute aire intérieure à D (¹).

» *Les coefficients des* P_n *se calculent à l'aide d'intégrales définies. Le développement est possible d'ailleurs d'une infinité de façons.*

» Théorème II. — *Toute fonction* $F(z)$, *holomorphe dans* D, *est développable en un produit infini :*

$$F(z) = \Pi\left(1 - \frac{a_n}{z}\right)^{q_n} e^{P_n(z)}, \tag{2}$$

(¹) Dans ma thèse, *Sur les lignes singulières des fonctions analytiques*, p. 88-90 (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1888), j'ai déjà démontré ce théorème lorsque D est *convexe*. Lorsque D est *quelconque*, j'établissais seulement que $F(z)$ est représentable par une série de fractions rationnelles dont les pôles sont certains points fixes $\alpha_1, \ldots, \alpha_c$ du plan (en nombre *fini*). Dans un Mémoire récent (*Nachrichten ... zu Göttingen*; 1897), M. Hilbert a démontré le théorème I par une méthode qui diffère d'ailleurs de celle que j'emploie.

où q_n est un entier positif et $P_n(z)$ un polynome. Toute fonction $F(z)$ méromorphe dans D est le quotient de deux développements (2).

» Théorème III. — *Toute fonction analytique $F(z)$, uniforme dans D et n'y possédant que des points singuliers isolés, est représentable par une série*

(3) $$F(z) = \sum \left[\chi_n\left(\frac{1}{z-a_n}\right) + P_n(z)\right],$$

χ_n désignant une série entière en $\frac{1}{z-a_n}$ et $P_n(z)$ un polynome.

» Le théorème I peut recevoir une forme plus générale. Soit $F(z)$ une fonction (ou une expression) analytique, uniforme et holomorphe pour toute valeur de z, sauf pour des valeurs exceptionnelles formant, dans le plan des z, un ensemble quelconque E.

» Supposons que cet ensemble E soit *parfaitement continu* : j'entends par là qu'entre deux points quelconques z_1, z_2 de E, il existe un ensemble *parfait et bien enchaîné* de points z appartenant à E. Soit enfin α un point arbitrairement choisi de E.

» *La fonction $F(z)$ est développable dans tout le domaine D en une série de polynomes en $\frac{1}{z-\alpha}$* (D désigne l'ensemble des points du plan distincts du point E). *Si, notamment, le point $z = \infty$ fait partie de E, $F(z)$ est développable dans D en une série de polynomes $\Sigma P_n(z)$.*

» Par exemple, si $F(z)$ admet comme coupure (essentielle ou artificielle) une droite L du plan, F est développable en une série $\Sigma P_n(z)$ qui converge dans tout le plan, sauf sur L.

» Les théorèmes II et III comportent une généralisation analogue.

» Si l'ensemble E se décompose en un nombre fini q d'ensembles continus $E_1, \ldots, E_q$ (ensembles qui peuvent se réduire à un seul point), choisissons arbitrairement un point $\alpha_1, \ldots, \alpha_q$ de chaque ensemble $E_1, \ldots, E_q$. *Toute fonction $F(z)$ holomorphe dans D, se laisse mettre sous la forme*

$$F(z) = \sum_{n=1}^{n=\infty} P_n^1\left(\frac{1}{z-\alpha_1}\right) + \sum_{n=1}^{n=\infty} P_n^2\left(\frac{1}{z-\alpha_2}\right) + \ldots + \sum_{n=1}^{n=\infty} P_n^q\left(\frac{1}{z-\alpha_q}\right),$$

les $P_n(u)$ désignant des polynomes en u.

» *Théorème général.* — Admettons enfin que l'ensemble E soit *quelconque*. Si cet ensemble renferme des ensembles *continus*, remplaçons chacun de ces ensembles par un de ses points arbitrairement choisi : soit $\mathcal{E}$ l'ensemble ainsi obtenu, ensemble qui est contenu dans E et qui peut

renfermer des ensembles *parfaits*, mais non plus *continus*. *La fonction* F(z) *est représentable dans tout le domaine* D *par une série*

$$(4)\qquad F(z) = \sum \frac{P_n(z)}{[(z-a_n)(z-b_n)]^{q_n}} = \sum R_n(z),$$

où P_n *désigne un polynome*, q_n *un entier positif*, a_n ET b_n DEUX POINTS DE $\mathcal{E}$.

» Dans une Note antérieure, j'ai indiqué un autre mode de développement de F(z), soit $F(z) = \Sigma\,\rho_n(z)$, où les fractions rationnelles $\rho_n(z)$ ont pour pôles des points quelconques de E, *ces pôles et leurs points limites définissant* TOUTES *les singularités de* F. Ici les pôles a_n, b_n des R_n et leurs points limites définissent seulement l'ensemble $\mathcal{E}$. Si donc E renferme des ensembles continus, la fonction F(z) présente des singularités en dehors des pôles a_n, b_n des R_n et de leurs points limites.

» *Cas où le domaine* D *est convexe*. — Plaçons-nous dans le cas où la fonction F(z) est holomorphe à l'intérieur d'un domaine *convexe* D : j'entends par là que les points de D situés sur une même droite forment un segment unique. Soient z_0 un point de D, et F_0, F'_0, F''_0, ... les valeurs en ce point de F et de ses dérivées successives. On peut alors former explicitement un développement (1) où les P_n sont composés linéairement avec F_0, F'_0, ..., $F_0^{(n)}$. D'une façon précise *connaissant* D *et* z_0, *on sait calculer une suite de polynomes*

$$(5)\qquad \Pi_{n,0}(z),\quad \Pi_{n,1}(z),\quad \ldots,\quad \Pi_{n,n}(z)\qquad (n = 1, 2, 3, \ldots),$$

telle que toute fonction F(z), *holomorphe dans* (D), *soit développable dans* (D) *sous la forme*

$$(6)\qquad F(z) = \sum_{n=1}^{n=\infty} [F_0\,\Pi_{n,0}(z) + F'_0\,\Pi_{n,1}(z) + \ldots + F_0^{(n)}\,\Pi_{n,n}(z)] = \sum P_n(z).$$

» De même, on peut mettre F sous la forme (2), où les P_n sont composés à l'aide des valeurs F_0, F'_0, ..., exactement comme dans le cas où F est holomorphe dans tout le plan.

» Il existe, d'ailleurs, une infinité de suites telles que (5). Mais astreignons D à la condition supplémentaire d'être limité par une courbe qui admette en chaque point *une tangente continue* (sauf en un nombre fini de points anguleux) *et une courbure finie*. Parmi les suites (5), il en existe alors une plus simple que toutes les autres, parfaitement déterminée quand on se donne D et z_0 : soit S cette suite. Inversement, toute suite de la nature S définit un domaine convexe D et un point z_0 tels que toute

fonction $F(z)$, holomorphe dans D, soit développable dans D sous la forme (6). Par exemple, si D est un cercle et z_0 son centre, les polynomes Π de la suite S sont :

$$\Pi_{n,0} \equiv 0, \quad \ldots, \quad \Pi_{n,n-1} \equiv 0, \quad \Pi_{n,n} = \frac{(z-z_0)^n}{n!} \quad (n = 1, 2, 3, \ldots).$$

» Toutefois, pour calculer *exactement* la suite S attachée à D, il faut connaître une des fonctions $Z = \varphi(z)$ qui effectuent la représentation uniforme de D sur un cercle ([1]).

» *Extension aux fonctions de plusieurs variables.* — Certaines des propositions précédentes peuvent être étendues aux fonctions de plusieurs variables. Soit notamment $F(z, w)$ une fonction analytique, holomorphe quand z et w varient respectivement dans des aires finies D, Δ (à contour simple) des plans z et w. *La fonction* F *peut être développée, dans le domaine* D, Δ, *en séries de polynomes* $\Sigma P_n(z, w)$. Si les aires D, Δ sont *convexes*, soit z_0 un point de D, w_0 un point de Δ : quand on connaît, pour $z = z_0$, $w = w_0$, les valeurs de F et de ses dérivées partielles d'ordre quelconque, *on sait calculer linéairement les* P_n (de la même manière que les coefficients d'une série de Taylor). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les types de croissance et sur les fonctions entières.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Picard.

« La théorie des zéros des fonctions entières, dans laquelle d'importants résultats avaient été obtenus par Laguerre et par M. Poincaré, a été renouvelée par le Mémoire de M. Hadamard, que l'Académie a couronné en 1892. En m'appuyant sur les résultats de ce Mémoire et sur un théorème fondamental, donné par M. Picard dès 1880, j'ai obtenu une proposition très générale, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie le 12 octobre 1896. Il semble que (si l'on se borne à considérer les modules des zéros, sans s'inquiéter de leurs arguments), cette théorie se trouve maintenant ébauchée dans ses traits essentiels : on doit donc s'occuper d'en perfectionner les détails. C'est dans l'espoir d'y arriver sur quelques points que j'ai entrepris les recherches résumées dans cette Note.

» L'une des plus grandes difficultés que l'on rencontre dans l'étude des

---

([1]) J'ai déjà introduit cette suite S dans ma thèse (*loc. cit.*, p. 91-112).

fonctions entières provient de l'infinie multiplicité des *types de croissance* possibles : les raisonnements applicables à tous ces types sont à la fois ardus et difficiles à étendre ([1]). D'ailleurs, ces difficultés ne se présentent pas seulement lorsqu'on considère des fonctions qui croissent extrêmement vite; à cause d'un principe analogue à celui de l'*homogénéité du continu*, il y a *exactement les mêmes difficultés* à faire une étude *complète* des fonctions qui croissent plus vite que e^x et moins vite que e^{2x}, par exemple, qu'à faire l'étude de toutes les fonctions croissantes. Aussi, *en nous bornant, dans ce qui suit, aux fonctions entières de genre fini,* nous ne restreignons pas la généralité autant qu'on pourrait le croire. D'ailleurs, on verra aisément que plusieurs des remarques qui suivent s'étendent sans peine au cas général.

» On peut associer à toute fonction entière une fonction positive croissante $M(r)$, égale au maximum du module de la fonction entière pour $|z| = r$. L'hypothèse que la fonction est de genre fini s'exprime par le fait qu'il existe un nombre positif ρ' tel que l'on ait, à partir d'une certaine valeur de r, $M(r) < e^{r^{\rho'}}$. Il y a évidemment alors une infinité de tels nombres ρ'; si ρ désigne leur limite inférieure (qui n'est pas nécessairement atteinte), on dit que la fonction est d'*ordre apparent* ρ. Si, d'autre part, on désigne par a_n le module du $n^{\text{ième}}$ zéro de la fonction, la limite inférieure ρ des nombres ρ', tels que la série $\Sigma a_n^{-\rho'}$ soit convergente, est dite l'*ordre réel* de la fonction. Le théorème fondamental qui, pour les fonctions de genre fini, résume les recherches citées plus haut, est le suivant : *sauf le cas d'exception unique de M. Picard, l'ordre réel est égal à l'ordre apparent.* D'ailleurs, ce cas d'exception ne peut se présenter que si l'ordre apparent ρ est un nombre entier. Nous nous proposons de préciser, dans certains cas, ce résultat, ou, plus exactement, de préciser les conséquences que l'on peut en tirer relativement à la croissance des a_n; nous poserons $a_n = \theta(n)$.

» Nous dirons qu'une fonction croissante $\varphi(r)$ appartient *au type exponentiel* s'il existe un nombre positif ρ, tel que, quel que soit le nombre positif ε, les inégalités $e^{r^{\rho-\varepsilon}} < \varphi(r) < e^{r^{\rho+\varepsilon}}$ soient vérifiées à partir d'une certaine valeur de r; de plus, s'il en est ainsi, nous conviendrons de dire aussi que $\log\varphi(r)$ et $e^{\varphi(r)}$ appartiennent au type exponentiel.

» Avec ces définitions, la première proposition que nous avons à énoncer est la suivante : *Si la fonction* $M(r)$ *appartient au type exponentiel, il en est*

([1]) J'ai donné un exemple d'un tel raisonnement dans ma Note du 11 mai 1896.

de même de la fonction $\theta(n)$, *et réciproquement* (à moins que l'on ne se trouve dans le cas de M. Picard). On voit que cette proposition permet de préciser beaucoup les résultats obtenus sur les a_n; en effet, si l'on connaît seulement l'*ordre apparent* ρ, sans rien savoir du *type de croissance* de $\theta(n)$, les circonstances les plus diverses peuvent se présenter; car une série peut être convergente, tout en ayant une infinité de termes supérieurs aux termes correspondants d'une série divergente. Au contraire, si, l'ordre apparent étant ρ, on sait de plus que la fonction $\theta(n)$ appartient *au type exponentiel*, on peut affirmer que *les inégalités* $n^{\frac{1}{\rho}-\varepsilon} < a_n < n^{\frac{1}{\rho}+\varepsilon}$ *sont vérifiées à partir d'une certaine valeur de* n.

» Pour obtenir, dans chaque cas, un résultat aussi précis que celui-là, il faudrait étudier d'autres *types de croissance*; mais cette étude longue et peut-être indéfinie ne semble pas nécessaire si l'on remarque que *toutes les fonctions croissantes qui s'introduisent naturellement en Analyse appartiennent au type exponentiel ou à des types s'y rattachant directement*. Cette remarque me paraît d'ailleurs avoir de l'importance dans bien des questions.

» Parmi les types de croissance que l'on peut *fabriquer*, si je puis ainsi dire, mais qui ne s'offrent pas naturellement, *les types lacunaires* sont parmi les plus curieux. Pour faire comprendre ce que j'entends par là, je vais donner un exemple d'un type lacunaire qui se rattache indirectement à la fonction exponentielle. Dans le développement en série de e^x, ne conservons que les termes dont le rang est n^n, n étant un entier; nous obtiendrons une fonction croissante $\varphi(x)$ qui, pour une infinité de valeurs de x, différera extrêmement peu de e^x (leur rapport sera de l'ordre de grandeur de $\sqrt{x}$) mais qui, en général, sera beaucoup plus petite que e^x. Si l'on suppose x imaginaire, la fonction entière $\varphi(x)$ offre la propriété curieuse de différer extrêmement peu de certains polynomes dans des couronnes circulaires dont l'étendue est très considérable ([1]). Cette propriété permet d'étudier avec la plus grande facilité la distribution des zéros d'une telle fonction; de plus, on voit que, dans ces couronnes, pour toutes les valeurs de x qui ont même module, la fonction a sensiblement le même module, c'est-à-dire que le module de la fonction diffère très peu de son maximum.

» Enfin, pour ces fonctions et, d'une manière générale, *pour toutes celles*

([1]) Pour préciser, si l'on considère un cercle de centre fixe et de rayon croissant, le rapport des aires des couronnes intérieures au cercle, à l'aire du cercle, tend vers *un* lorsque le rayon augmente indéfiniment.

qui n'appartiennent pas au type exponentiel, le cas d'exception de M. Picard ne peut pas se présenter.

» Dans le cas où une fonction croissante $\varphi(r)$ n'appartient pas au type exponentiel, il peut arriver qu'il existe des nombres ρ'' et ρ', tels que les inégalités $e^{r^{\rho''}} < \varphi(r) < e^{r^{\rho'}}$ soient vérifiées à partir d'une certaine valeur de r; mais la limite supérieure ρ_1 des diverses valeurs de ρ'' ne coïncide pas avec la limite inférieure ρ des diverses valeurs de ρ'. On peut alors, en étendant une manière de parler introduite, mais insuffisamment définie, par Paul du Bois-Reymond, dire que la fonction a des *enveloppes d'indétermination exponentielles*. En introduisant ces nombres ρ et ρ_1, on peut obtenir, sur les zéros, des résultats assurément moins précis que dans le cas du type exponentiel, mais plus précis que dans le cas général. Observons aussi que, même dans le cas du type exponentiel, les théorèmes qui précèdent, comme je l'ai déjà remarqué ailleurs, n'épuisent pas la question.

» Enfin, en terminant, indiquons que les observations ici présentées sur les types de croissance et en particulier sur le rôle prépondérant du type exponentiel, ne sont pas restreintes aux fonctions entières. Des observations analogues s'appliqueraient à l'étude d'une série de Taylor quelconque; la distribution des zéros d'une telle fonction à l'intérieur de son cercle de convergence suit des lois générales analogues à celles qu'on vient de rappeler, mais un peu moins simples (¹). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux équations du premier ordre.* Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Darboux.

« Je considère les systèmes d'équations aux dérivées partielles définissant une fonction Z de n variables $x_1, \ldots, x_n$ et dont la solution générale dépend d'une fonction arbitraire de $n - 1$ arguments; le cas le plus simple est l'équation du premier ordre.

(¹) Renseignements bibliographiques principaux relatifs à cette Note : E. Picard, *Mémoire sur les fonctions entières* (*Annales de l'École Normale;* 1880); Laguerre, *Comptes rendus*, 1882-1884; *Œuvres*, t. I; H. Poincaré, *Sur les fonctions entières* (*Bulletin de la Société mathématique*, 1883); J. Hadamard, *Sur les propriétés etc.* (*Journal de Mathématiques*, 1893); E. Borel, *Sur les zéros des fonctions entières* (*Acta mathematica*, t. XX); Du Bois-Reymond, *Théorie générale des fonctions*, p. 209 et 210 de la traduction française.

» Si un tel système est donné d'ordre p, on peut toujours le rendre linéaire, s'il ne l'est déjà, en formant les équations d'ordre $p+1$; le degré de généralité n'est pas changé, à des constantes arbitraires en nombre fini près; je supposerai donc le système linéaire. J'ai démontré qu'il avait alors la forme

$$a_1 Z^p_{\alpha_1+1\ldots\alpha_n} + a_2 Z^p_{\alpha_1\,\alpha_2+1\ldots\alpha_n} + \ldots + a_n Z^p_{\alpha_1\ldots\alpha_n+1} = A_{\alpha_1\ldots\alpha_n},$$
$$\alpha_1 + \ldots + \alpha_n = p - 1.$$

» Ce système possède des caractéristiques à une dimension définies par les équations suivantes :

$$dt = \frac{dx_1}{a_1} = \frac{dx_2}{a_2} = \ldots = \frac{dx_n}{a_n} = \frac{dZ^{p-1}_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}{A_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}$$
$$= \frac{dZ^h_{\lambda_1\ldots\lambda_n}}{a_1 Z^{h+1}_{\lambda_1+1\ldots\lambda_n} + a_2 Z^{h+1}_{\lambda_1\lambda_2+1\ldots\lambda_n} + \ldots + a_n Z^{h+1}_{\lambda_1\ldots\lambda_n+1}}.$$

» Si l'on se donne une multiplicité ponctuelle à $n-1$ dimensions, on obtient, par des équations différentielles ordinaires, l'orientation des éléments d'ordre $p-1$ des différentes surfaces intégrales qui contiennent cette multiplicité, et l'on engendre ensuite chacune de ces surfaces par les caractéristiques, à la façon habituelle.

» J'espère revenir prochainement sur cette question, en indiquant des systèmes analogues aux systèmes d'équations du premier ordre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la géométrie des champs magnétiques et le mouvement à deux degrés de liberté dans le plan ou sur la sphère.* Note de M. **René de Saussure**.

« Une figure plane peut prendre une triple infinité de positions différentes dans son plan. Tout déplacement à un degré de liberté de la figure contient une simple infinité de ces positions, formant une série continue; on choisit comme type du déplacement à un degré de liberté la rotation ou *déplacement circulaire*, parce qu'il y a toujours une rotation et une seule qui passe par deux positions données de la figure, de sorte qu'on peut considérer tout déplacement dans un plan comme une succession de rotations infiniment petites. Une double infinité de positions de la figure définit un déplacement à deux degrés de liberté, pourvu que ces positions forment une série continue; il doit donc exister aussi un déplacement à deux degrés

de liberté pouvant servir de type à tous les autres; ce déplacement type devra être de telle sorte qu'il soit déterminé par trois positions de la figure; il devra, en outre, être tel que, si l'on prend deux positions quelconques de la figure faisant partie de ce mouvement, la rotation déterminée par ces deux positions fasse tout entière partie du mouvement. L'existence d'un tel mouvement n'est pas évidente, et, pour l'établir, réduisons la figure plane à sa plus simple expression, c'est-à-dire à un point M et à une droite D passant par ce point : un mouvement plan à deux degrés de liberté est alors un mouvement dans lequel le point M peut occuper n'importe quelle position dans le plan, mais la direction de la droite D dépend à chaque instant de la position du point M. Ainsi, par exemple, une aiguille aimantée placée dans un champ magnétique plan définit un mouvement à deux degrés de liberté, parce que, si l'on déplace cette aiguille dans le champ, son axe D prend une direction déterminée à chaque instant par la position de son centre M. Or, pour déterminer un champ magnétique, il suffit de tracer les lignes de force du champ et, en général, on peut dire que toute famille de courbes définit un mouvement plan à deux degrés de liberté ou une double infinité de positions de la figure MD, puisque, en chaque point M du plan, passe une courbe du système dont la tangente détermine la direction de la droite D en ce point.

» Nous allons démontrer que le mouvement type à deux degrés de liberté dans un plan est celui qui est défini par le système de tous les cercles tangents à une même droite Ox en un même point O; on dira que ces cercles forment un *système circulaire*, dont le point O sera le *centre* et la droite Ox l'*axe*. Il est facile de voir d'abord que, si l'on déplace la figure MD dans un système circulaire, de telle sorte que le point M décrive un rayon OM du système, la tangente D au cercle correspondant reste parallèle à elle-même ; et lorsque le point M décrit un cercle concentrique au système, la tangente D tourne autour du point M deux fois aussi vite que le rayon OM tourne autour du centre O. Cela posé, soient MD et M′D′ deux positions de la figure appartenant au système circulaire; les trois points M, M′ et O déterminent un cercle; si I est le centre de ce cercle, l'angle MIM′ est le double de l'angle inscrit MOM′; mais, d'après ce qu'on vient de voir, l'angle des tangentes D et D′ est aussi le double du même angle MOM′ formé par les rayons correspondants; le point I est donc le centre de la rotation déterminée par les deux positions MD et M′D′ de la figure; ce centre de rotation est donc le même tant que les points M et M′ restent sur le cercle OMM′, c'est-à-dire que, si l'on fait tourner la figure MD rigidement

autour du point I (à partir de la position initiale MD ou M D′), toutes les positions que prendra cette figure pendant la rotation appartiendront aussi au système circulaire. Un système circulaire définit donc bien *un mouvement plan à deux degrés de liberté tel que, si l'on considère deux positions quelconques de la figure appartenant au mouvement, la rotation déterminée par ces deux positions appartient tout entière au mouvement*, et l'on peut ajouter que, dans cette rotation, le point M passe toujours par le centre du système circulaire.

» Les propriétés les plus remarquables des systèmes circulaires sont les suivantes :

» 1° L'intersection de deux systèmes circulaires, c'est-à-dire le lieu des positions de la figure MD communes aux deux systèmes, est toujours une rotation passant par le centre de chaque système.

» 2° Toutes les rotations que la figure MD peut effectuer dans un système circulaire, à partir d'une position donnée, ont leur centre en ligne droite, car toutes ces rotations passent par le point fixe M et par le centre O du système.

» 3° Trois positions de la figure MD suffisent pour déterminer complètement un système circulaire, car, en construisant les centres de rotation correspondant aux trois positions données, prises deux à deux, on obtient trois rotations qui appartiennent au système et qui, par conséquent, doivent se couper toutes les trois au centre O du système cherché ; d'ailleurs, l'axe du système sera la droite Ox qui fait avec OM le même angle que OM fait avec la droite D. Les trois rotations, déterminées par trois positions quelconques de la figure, sont telles que l'une d'elles est la résultante des deux autres ; on voit donc que la résultante de deux rotations finies est une rotation qui appartient au système circulaire déterminé par les deux rotations composantes, et comme les trois cercles décrits par M pendant ces rotations passent au même point O, on obtient une construction géométrique simple pour trouver la résultante de deux rotations.

» Étant donné un champ magnétique quelconque, trois positions infiniment voisines de l'aiguille aimantée détermineront le système circulaire *tangent* au champ magnétique en ce point, c'est-à-dire que dans les environs de ce point, les cercles du système circulaire tangent coïncideront avec les lignes de force du champ magnétique. De plus, en tournant le système circulaire d'un angle droit autour de son centre, on obtient un second système de cercles orthogonal au premier et qui coïncide avec les lignes équipotentielles du champ magnétique dans les environs du même point.

» On peut ainsi, au moyen de trois observations d'une aiguille aimantée, déterminer par des cercles toutes les lignes de force du champ magnétique dans la région avoisinante, et ce procédé s'applique évidemment à un système quelconque de courbes dans un plan, par exemple aux lignes de plus grande pente et aux lignes de niveau d'une surface topographique. Le système type est toujours le système circulaire, mais ce système a une signification différente suivant le phénomène que l'on étudie. Ainsi, s'il s'agit d'un champ magnétique, le système circulaire représentera le champ magnétique type; en effet, ce système représente précisément le champ magnétique que produirait un aimant infiniment court, placé au centre du système dans la direction de son axe. S'il s'agit d'une surface topographique, le système circulaire représentera la surface topographique type; s'il s'agit d'une carte donnant la direction du vent qui règne à un moment donné aux différents points d'un pays, le système circulaire représentera la distribution type du vent, c'est-à-dire un cyclone type, et le centre du système coïncidera avec le centre du cyclone, car en ce point la direction du vent est indéterminée.

» Les systèmes circulaires serviront aussi à l'étude des mouvements à un degré de liberté dans un plan, car trois positions consécutives d'une figure en mouvement détermineront un système circulaire *osculateur* du mouvement, système qu'il peut être utile de considérer. La même théorie s'étend sans modification au mouvement à deux degrés de liberté sur une sphère, c'est-à-dire autour d'un point fixe. Des théories analogues s'appliqueront au mouvement dans l'espace; le mouvement type à un degré de liberté est le mouvement hélicoïdal, et il doit exister aussi des mouvements types à deux, trois, quatre et cinq degrés de liberté. Ces mouvements serviront à l'étude des autres mouvements, lorsqu'on aura établi leurs propriétés. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Loi des déformations des métaux industriels.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Les métaux industriels ne sont pas des substances chimiques pures, ni des mélanges homogènes; ce sont des conglomérats constitués par un très grand nombre de petits cristaux du métal, ou d'une combinaison définie de ce métal, empâtés dans quelques millièmes au moins d'un ciment formé aux dépens du fondant employé dans le traitement métallurgique. Tel est le type le plus simple que révèle l'analyse micrographique.

» Toute théorie des déformations d'un métal industriel qui fait abstraction de cette structure grossière est sans valeur; au contraire, il suffit de tenir compte de cette structure, pour retrouver tous les faits connus et en annoncer beaucoup d'autres.

» Prenons comme type extrême un corps formé de petits cristaux élastiques, sans viscosité, séparés les uns des autres, et noyés dans un ciment très visqueux, sans aucune élasticité, formant un réseau continu, et faisons la théorie de ce système en admettant des lois d'élasticité et de viscosité linéaires. Les forces que subissent les cristaux élastiques leur sont entièrement transmises par le réseau visqueux; la déformation visible est la somme des déformations élastique et visqueuse produites par les mêmes forces principales.

» Dans la traction simple, que je prendrai pour exemple, la somme des longueurs L_1 des cristaux augmente de $\delta L_1 = k L_1 X$, en appelant X la force par unité de section droite et k l'inverse du module d'Young; la somme des épaisseurs L_2 des joints transversaux formés par la pâte visqueuse augmente aux dépens des épaisseurs, des joints longitudinaux. Comme les déformations sont très lentes, l'inertie n'intervient pas sensiblement; mais on peut admettre que, comme dans les fluides visqueux, la vitesse de déformation de la pâte varie en raison directe de la force qui la produit. On a donc

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{L_2}{n}\right) = \frac{X}{\mu} f\left(\frac{L_2}{n}\right),$$

en appelant n le nombre des joints sur la longueur $L = L_1 + L_2$ de la tige et f une fonction qu'on peut facilement calculer pour divers types simples de réseaux. Cette dernière équation peut être intégrée, puis résolue par rapport à L_2; elle devient

$$L_2 = n\Phi\left(\frac{-A}{\mu} + \int_0^t \frac{X\,dt}{\mu}\right).$$

A est une constante d'intégration qui nous permet de laisser libre l'origine du temps, Φ est une fonction qui se déduit de la fonction f pour l'intégration. La variable $\int_0^t X\,dt$ est ce qu'on appelle en Mécanique *l'impulsion*; μ est le coefficient de viscosité.

» Réunissons les deux effets, élastique et visqueux; il vient

$$\delta L = k L_1 X + n\left[\Phi\left(-\frac{A}{\mu} + \int \frac{X\,dt}{\mu}\right) - \Phi\left(-\frac{A}{\mu}\right)\right].$$

» *Cette loi résume tous les faits connus de déformations permanentes.* Je n'en signalerai ici qu'un très petit nombre, renvoyant pour tous les détails au Mémoire qui paraîtra dans peu de mois aux *Annales de Chimie et de Physique.*

» 1° *Influence du temps.* — Toute technique qui ne définit pas $\int X\,dt$ en même temps que X est vicieuse. Les variations d'allure dans les essais industriels donnent des points anguleux dans la courbe des allongements δL en fonction de la force X.

» 2° *Influence des chocs.* — Avantage de la décharge sur la charge pour la mesure de k; la perte *instantanée* de longueur par décharge mesure l'élasticité seule du métal.

» 3° La fonction Φ ne dépend que du réseau visqueux; elle ne change pas par le recuit mais seulement par le mode de fabrication métallurgique, et probablement bien peu. *La constante* A *définit le recuit ou l'écrouissage suivant son signe.* L'écrouissage varie constamment pendant l'expérience. Toute augmentation de l'impulsion écrouit, et inversement, à température constante. On recuit à température constante en diminuant l'impulsion, soit par l'action prolongée d'une charge opposée à celle qui a écroui, soit par mise en oscillations amorties convenables, etc.

» 4° Les cycles se fixent d'eux-mêmes, parce qu'ils écrouissent le fil et que la fonction Φ tend très lentement vers une valeur limite pour de grandes valeurs de $\int X\,dt$; mais on peut obtenir l'inverse.

» 5° Les cycles présentent des sommets anguleux quand il y a un temps d'arrêt aux extrémités.

» L'angle croît avec la durée de l'arrêt et tend vers une limite déterminée quand l'arrêt est très long; cette limite est précisément celle que M. Bouasse a découverte expérimentalement. Ce point anguleux disparaît et fait place à un sommet arrondi dans les cycles décrits sans arrêt, dans les oscillations spontanées par exemple (expériences inédites de M. Bouasse).

» *Le point anguleux des cycles n'indique rien d'analogue à un frottement solide.*

» J'arrête ici ces indications, que chacun peut compléter facilement. Elles suffisent à montrer la fécondité de cette loi très simple, qui paraît comprendre tous les phénomènes connus, y compris les variations de la limite de rupture par la répétition des cycles.

» Les déformations non homogènes, torsion, flexion, etc., donnent lieu à des migrations de la matière visqueuse des régions où les forces sont grandes vers celles où les forces sont petites, qui expliquent tous les faits connus de superposition de torsions inverses, etc.

» Des considérations analogues sont applicables aux phénomènes électriques et magnétiques qui manifestent des résidus. »

OPTIQUE. — *Sur un spectroscope interférentiel.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une précédente Communication, nous avons indiqué une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle. Nous nous proposons aujourd'hui de donner quelques détails sur le dispositif expérimental que nous employons.

» La méthode consiste à observer les anneaux, localisés à l'infini, produits par transmission à travers une lame d'air comprise entre deux faces planes de verre argenté. Les deux surfaces doivent être amenées à un parallélisme parfait, et l'une d'elles doit pouvoir être déplacée parallèlement à elle-même, afin que leur distance puisse prendre toutes les valeurs jusqu'à plusieurs centimètres.

» Les lames employées, de 4^{cm} de côté, sont placées verticalement et traversées par le faisceau lumineux, qui est horizontal. Le réglage du parallélisme se fait en agissant sur les deux lames : pour le réglage approximatif, on agit sur l'orientation de l'une des lames, au moyen de vis de rappel qui permettent de la faire tourner autour de deux axes rectangulaires. Nous avons utilisé dans ce but une partie d'un théodolite.

» L'autre lame peut recevoir à la fois le déplacement parallèle et de petites variations d'orientation nécessaires pour achever le réglage. Le déplacement parallèle est obtenu au moyen d'une glissière dont la partie principale est constituée simplement par deux plaques de glace de Saint-Gobain, de $0^{m},15$ de long sur $0^{m},06$ de large, collées avec du mastic de Golaz sur deux planches de noyer solidaires, faisant un angle dièdre droit à arête horizontale et à faces inclinées à 45°. La partie mobile est formée également de deux morceaux de glace collés l'un à l'autre par l'intermédiaire d'une pièce de bois, et formant un angle exactement égal à celui des glaces fixes. Le mouvement de cette glissière est extrêmement doux et parfaitement guidé. On peut la déplacer soit à la main, soit à l'aide d'une vis dont la pointe mousse porte contre un morceau de glace. L'appareil doit être ramené à la main, inconvénient qu'il serait facile de faire disparaître. Une échelle divisée en demi-millimètres, entraînée par la glissière et visée par un microscope fixe à réticule, donne à chaque instant l'écartement des surfaces argentées.

» Les très petits déplacements angulaires nécessaires pour le réglage définitif sont obtenus par flexion d'une forte tige d'acier, suivant une méthode imitée de celle de M. Michelson. La partie mobile de la glissière porte une pièce de cuivre dans laquelle est encastrée horizontalement une tige d'acier de 5^{mm} de diamètre et 10^{cm} de longueur. Son extrémité libre porte une plaque de cuivre percée en son centre, contre laquelle est fixée la lame de verre argenté. Deux petits soufflets de caoutchouc pleins d'eau appuient vers le milieu de la tige et tendent à la faire fléchir, l'un dans le sens horizontal, l'autre dans le sens vertical ; chacun d'eux communique par un petit tube

de caoutchouc avec un tube à entonnoir, et le tout est plein d'eau. En faisant varier la hauteur du réservoir, on fait fléchir la tige d'acier et l'on obtient les déplacements angulaires voulus. Il faut une variation d'environ 12^{mm} dans la hauteur de l'eau pour produire une rotation de $1''$. Ce procédé, très délicat, a cet avantage que le réglage se fait en agissant sur une pièce pour ainsi dire indépendante de l'appareil, sans lui imprimer aucune trépidation.

» Tout l'appareil est porté par une planche carrée, suspendue aux quatre angles par des tubes de caoutchouc; il est ainsi soustrait à toute trépidation, et l'on peut faire les expériences même dans une salle dont le sol est exposé à des vibrations continuelles.

» Il n'est pas nécessaire d'employer des lames remarquablement planes, surtout lorsque la source lumineuse est peu étendue. Avec les tubes à vapeurs métalliques de M. Michelson ou de M. Hamy, la source lumineuse est presque ponctuelle. On en projette alors sur la lame d'air une image réelle, et l'on n'utilise qu'une très petite région des surfaces.

» La qualité des argentures a une grande influence sur la netteté des franges. Celles-ci sont d'autant plus fines que le pouvoir réflecteur est plus élevé, ce qui conduit à rejeter les argentures très minces. Mais, d'autre part, la quantité de lumière absorbée augmentant rapidement avec l'épaisseur du métal, on est obligé de proportionner cette épaisseur à l'intensité de la source lumineuse que l'on étudie.

» La méthode est, dans certains cas, susceptible d'une simplification. Au lieu d'une lame d'air, on peut employer une lame de verre, argentée sur ses deux faces. L'expérience nous a montré que les lames à faces parallèles, que l'on sait aujourd'hui obtenir, sont parfois assez parfaites comme travail et comme homogénéité pour produire de belles franges.

» Citons une lame taillée par M. Jobin qui, sur une épaisseur de 9^{mm} et 4^{cm} de côté, ne présente que des différences d'épaisseur moindre que $0^{\mu},1$ et donne, à la lumière du thallium dans un tube vide, des franges magnifiques.

» On peut aller plus loin en réunissant plusieurs lames par de l'essence de térébenthine, ce qui supprime à peu près les réflexions et permet, jusqu'à un certain point, un réglage du parallélisme des faces extrêmes. Nous avons obtenu des franges encore très belles avec une épaisseur de verre de 4^{cm} (différence de marche : 220000 longueurs d'onde).

» Outre la simplification qui résulte de leur emploi, les lames de verre ont sur les lames d'air cet avantage que, pour une même *dispersion*, les anneaux sont beaucoup moins serrés, ce qui augmente évidemment la puissance. Malheureusement on ne peut pas faire varier l'épaisseur, ce qui est indispensable pour l'étude complète d'un système de radiations.

» Nous avons utilisé notre spectroscope interférentiel pour l'étude d'un certain nombre de radiations déjà examinées par M. Michelson. Les résultats de cette étude feront l'objet d'une prochaine Communication. »

OPTIQUE. — *Du rôle de la diffraction dans les effets obtenus avec les réseaux ou trames photographiques.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. A. Cornu.

« 1. Dans une Note déjà ancienne ([1]) j'ai donné l'explication de l'étalement des points des clichés tramés avec l'intensité de la lumière.

» Quoique la théorie élémentaire des ombres et des pénombres ainsi que le phénomène connu sous le nom *d'irradiation* suffisent parfaitement à expliquer tous les effets observés, certains auteurs veulent n'y voir que la seule action de la diffraction. Une simple application des formules connues de la diffraction montre cependant que les franges doivent passer inaperçues dans les conditions où est obtenu le cliché.

» Dans le cas d'une chambre noire ayant un tirage de 300^{mm} et munie d'une trame placée à 3^{mm} de la glace sensible ces franges auraient $\frac{3}{100}$ de millimètre environ. Or, tous les praticiens savent que des lignes de cette finesse entourant les points disparaîtraient complètement après les traitements énergiques de baissage suivi de renforcement que doit subir le cliché avant d'être livré au tirage.

» Ajoutons que le calcul suppose une source lumineuse de dimensions infiniment petites, et que tout phénomène de diffraction disparaît déjà pour un diaphragme de 3^{mm} de diamètre dans l'exemple numérique donné précédemment.

» En effet, dans les conditions d'un diaphragme ayant des dimensions appréciables, chacun des points de l'ouverture agit comme s'il était seul, et les différents systèmes de franges ainsi produits chevauchent les uns sur les autres en ne donnant que la sensation d'une *pénombre* uniformément dégradée et reliant les ombres aux lumières.

» 2. Si évidentes que paraissent les considérations précédentes, j'ai tenu à faire une série systématique de clichés, de manière à contrôler par l'expérience ces résultats théoriques.

» Ayant fait dessiner au lavis un cylindre, je l'ai reproduit sur glace sèche spéciale

---

([1]) *Comptes rendus,* 1er avril 1895.

pour ces sortes de travaux, en interposant entre la glace sensible et l'objectif une trame de Max-Lévy servant couramment pour des reproductions en simili.

» Au contact avec la glace sèche à la partie supérieure du châssis, la trame en était écartée de 9^{mm} à la partie inférieure par des cales de verre.

» Je réalisais ainsi, pour chaque diaphragme employé et sur un même cliché, toute la série des effets obtenus pour des distances comprises entre 2^{mm} et 11^{mm} (en tenant compte de l'épaisseur du verre de la trame) et pour des intensités lumineuses variant du blanc pur du papier au noir intense de l'ombre.

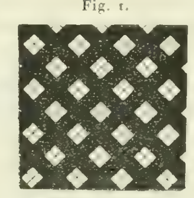
» *Résultats.* — Sur cinq clichés faits avec des diaphragmes variant entre 50^{mm} et $0^{mm},5$, il a été impossible de voir la moindre trace de diffraction.

» Pour les grands diaphragmes, on observe les phénomènes de coïncidence que j'ai signalés dans ma Note précédente : quand la distance augmente, la netteté du point décroît peu à peu ; bientôt toute image de la trame disparaît pour se reproduire à nouveau pour un écart plus grand.

» Les petits diaphragmes (3^{mm} et $0^{mm},5$) m'ont donné une netteté à peu près uniforme dans toute l'étendue du cliché, les cônes d'ombre et de lumière formés étant trop aigus pour se couper dans le champ de la plaque.

» 3. J'ai voulu néanmoins me placer dans des conditions propres à donner lieu à la croix noire de diffraction (*fig.* 1) signalée par certains auteurs.

Fig. 1.



» Pour cela, la trame a été disposée à une distance de 15^{mm} de la glace sensible, et la pose a été faite avec le petit diaphragme de $0^{mm},5$ qui n'avait rien donné précédemment. Cet écart de 15^{mm} est calculé de façon que la première frange obscure, due à chaque bord du trait opaque de la maille, vienne se produire au milieu de l'ouverture carrée du réseau. On obtient bien ainsi la croix noire, mais, on le voit, dans des conditions très éloignées de celles réalisées dans la pratique.

» 4. *Conclusion.* — Ces résultats confirment pleinement les conclusions de ma Note précédente et montrent que la diffraction ne peut jouer aucun rôle dans l'étalement du point dans les lumières.

» On comprend, d'autre part, que l'apparition de la croix de diffraction

ne peut pas indiquer d'une façon absolue la bonne distance de la trame comme certains auteurs l'ont avancé.

» On a, en effet, entre les divers éléments du problème, quand la croix est au maximum d'intensité :

$$\frac{a^2}{4} = e\lambda - \frac{e^2\lambda}{F},$$

en appelant a la largeur d'une maille claire, e la distance entre les deux glaces, F le tirage de la chambre noire et λ la longueur d'onde ; ou, sensiblement, $\frac{a^2}{4} = e\lambda$, étant donné la petitesse du second terme.

» Ce qui donne $e = \frac{a^2}{4\lambda}$, distance indépendante du tirage de la chambre et du diamètre du diaphragme, conditions qui cependant influent considérablement sur l'étalement du point.

» L'application d'une formule basée sur la marche géométrique des rayons pourra, au contraire, donner des indications utiles, ainsi que je l'ai démontré dans ma précédente Note ([1]). »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude des équilibres physiques et chimiques par la méthode osmotique.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Soit un mélange de corps, placé dans un vase où la température est uniforme, et constituant un système homogène ou hétérogène en équilibre. On se propose : 1° de trouver les corps qui existent réellement dans le mélange; 2° de faire subir au système des variations de pression, de température et de composition, et de trouver des relations correspondant à ces variations; 3° d'établir les conditions d'équilibre du système.

» On peut utiliser pour cela différentes méthodes dont les principes sont bien différents et dont les résultats se complètent mutuellement. La méthode osmotique, imaginée par Van't Hoff, est une de celles permettant de faire une étude rigoureuse du système donné. Je l'ai déjà employée dans des Notes récentes (*Comptes rendus*, 19 et 26 octobre 1896) ; elle peut être généralisée comme il suit :

» Au système donné on adjoindra un certain nombre de systèmes aussi

---

([1]) Travail fait à l'École municipale de Physique et de Chimie.

simples que possible : on admettra que, au moyen de parois ne laissant passer que des substances déterminées, on pourra séparer, les unes des autres, toutes les substances composant le système : *ces substances n'ayant entre elles aucune liaison chimique ou bien formant des combinaisons en partie dissociées ou dissociables par la pression.*

» Chacune de ces substances sera recueillie dans un vase où elle pourra exister seule, sous une pression convenable, ou bien disséminée dans un milieu, sous une certaine pression osmotique. Par un jeu convenable de pistons, on comprend qu'on pourra réaliser toutes les variations possibles dans le vase principal.

» Excepté dans des cas très simples, la nature des corps pouvant sortir du mélange n'est pas nettement établie; on sera donc obligé de faire des hypothèses à ce sujet. Les relations établies, soumises au contrôle de l'expérience, confirmeront ou infirmeront ces hypothèses.

» L'emploi de parois ayant la propriété de ne laisser passer qu'une substance est légitime; on connaît de telles parois naturelles et artificielles. On peut donc appliquer aux transformations réversibles de l'ensemble des systèmes les principes de la Thermodynamique.

» 1° *Transformations isothermiques.* — On considérera un cycle fermé d'opérations réversibles, ou bien une transformation élémentaire. On appliquera les relations connues sur la chaleur totale, l'énergie interne et le travail extérieur. En particulier, F étant la pression établie dans un système de volume V, dans une transformation élémentaire on exprimera que $\Sigma F\, dV$ ou la différentielle du travail est une différentielle exacte.

» ΣFV ayant une valeur ne dépendant que de l'état actuel du système, $d\Sigma FV$ et $\Sigma V\, dF$ sont des différentielles exactes. Cette dernière est, comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, celle du potentiel thermodynamique; $\Sigma F\, dV$ étant celle du potentiel appelé par Robin *potentiel interne.*

» Pour l'énergie totale et l'énergie intérieure on ne peut considérer de différentielle analogue à $\Sigma V\, dF$ que si les volumes sont seuls des variables indépendantes.

» *Exemple :* En prenant les pressions des systèmes annexes pour variables indépendantes, l'équation suivante s'applique à tous les changements possibles :

$$dP = \frac{v_e}{V_i}\, dp_e + \frac{v_e}{v_i}\, d\mathfrak{P}_e + \ldots$$

» Lorsque la composition du système principal ne change pas, on a

séparément avec chaque système annexe

$$K_P u' dP = v d\varpi \text{ (Comptes rendus, 19 et 26 octobre 1896).}$$

» Si l'on fait entrer dans le système principal, dont le volume est invariable, un corps contenu dans le système annexe où la pression croît de $d\varpi$, on a

$$K_\varpi u' dP = v d\varpi.$$

» 2° *Transformations avec variations de température.* — On prendra comme variables indépendantes la température et d'autres variables correspondant à une transformation isothermique ; on écrira que la différentielle de l'entropie et de l'énergie intérieure sont des différentielles exactes. Les relations obtenues dépendront du choix des variables et de conditions données *a priori*.

» *Exemple :* La chaleur L absorbée dans le passage de l'unité de masse d'un corps, du système principal où la pression demeure invariablement P, à un système annexe où cette unité de masse occupe un volume v_e sous une pression p_e est $\frac{L}{T} = A v_e \frac{\partial p}{\partial T_P}$.

» Cette formule, modification de celle de Clapeyron, sert à établir plusieurs propriétés d'un système relatives au maximum de solubilité sous pression constante, au point de congélation ; à retrouver la loi de Van't Hoff relative au déplacement de l'équilibre, par élévation de température, entre deux systèmes pouvant échanger osmotiquement un de leurs composants, etc.

» 3° Dans toutes les transformations, on écrira que le volume total des systèmes, ou seulement celui de l'un d'eux, est une fonction déterminée des variables indépendantes.

» Jetant un coup d'œil sur les relations obtenues, on remarquera qu'elles ne renferment que des quantités ayant une signification physique précise. Mais il semble, toutefois, qu'on ait compliqué le problème qu'on s'était proposé de résoudre : les relations différentielles trouvées étant établies entre le système principal et d'autres qu'on a ajoutés ; ces relations, d'ailleurs, ne pouvant être soumises au contrôle de l'expérience que dans les cas où l'on peut réaliser les liaisons qu'on a supposées entre les systèmes.

» Dans tous les autres cas, pour l'application de ces relations, on sera donc obligé de poser, *a priori*, des relations approchées entre différentes

grandeurs. On admettra, par exemple, pour les systèmes gazeux, que chaque gaz constituant a, dans un mélange, la même pression, la même densité que dans le système annexe où il est seul; pour les systèmes liquides on admettra la relation de Van't Hoff sur la pression osmotique, avec un coefficient *i* convenable.

» Grâce à ces données nouvelles, qu'on peut considérer comme les résultats approchés d'expériences non exécutées, on pourra résoudre le problème qu'on s'était posé.

» Dans la méthode employée on aura nettement séparé la partie théorique précise et rigoureuse de la partie expérimentale avec ses résultats plus ou moins approchés. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi du mélange des gaz*. Note de M. **Paul Sacerdote** (1), présentée par M. Lippmann.

« Dans une récente Communication (2) M. Leduc a montré que la loi du mélange des gaz, appliquée en tenant compte des coefficients d'écart à la loi de Mariotte que nous avions mesurés précédemment (3), conduisait au résultat suivant:

» Deux gaz ont une même pression: par suite de leur mélange, la pression augmentera; pour CO^2 et SO^2 primitivement à la pression de 76^{cm} de mercure, l'accroissement de pression devrait être de plus de $0^{cm},5$ de mercure. Il a vérifié, par une méthode indirecte fondée sur la mesure des densités, qu'il n'en est pas ainsi et en a conclu la nécessité d'un nouvel énoncé pour la loi du mélange des gaz.

» Ces expériences de mesure des densités sont susceptibles d'une très grande précision, mais exigent des conditions multiples, entre autres une pureté presque absolue des gaz; en outre, elles ont l'inconvénient de faire dépendre la vérification cherchée des valeurs d'un certain nombre de constantes numériques relatives aux gaz.

» Des expériences directes semblaient donc nécessaires pour trancher la question; avec l'aide des bienveillants conseils de M. Leduc, je me suis proposé de répéter l'expérience de Berthollet, mais en lui donnant toute la précision dont sont susceptibles nos méthodes actuelles de mesures.

---

(1) Laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus* du 17 janvier 1898.

(3) *Comptes rendus* du 2 août 1897.

» *Appareil.* — Deux ballons de verre épais de 750cc sont réunis par un robinet à trois voies de 6mm de diamètre pour permettre une rapide diffusion des gaz; les cols se raccordent à angle droit pour qu'on puisse, après le remplissage de l'un des ballons, l'isoler complètement; on a parfaitement desséché l'appareil en le chauffant pendant plusieurs heures, tandis qu'on y faisait alternativement le vide et rentrer du gaz carbonique sec.

» *Expériences.* — Pour remplir l'un des ballons, on le maintient vide, pendant une heure au moins, dans la glace râpée fondante et l'on y laisse rentrer bulle à bulle le gaz desséché par son passage sur l'anhydride phosphorique; on établit pendant quelques minutes la communication du ballon avec l'atmosphère, puis on l'isole et au même instant on détermine la pression atmosphérique au $\frac{1}{100}$ de millimètre, avec un bon baromètre Regnault-Leduc; immédiatement après, on procède de même pour l'autre; les deux remplissages étant ainsi effectués à quelques heures à peine d'intervalles, les pressions des deux gaz sont égales à 1 ou 2 dixièmes de millimètre, et comme les volumes des ballons sont eux-mêmes presque égaux, on peut prendre comme pression du remplissage la moyenne des deux hauteurs barométriques observées (toutes corrections faites). On laisse la diffusion s'effectuer pendant plusieurs jours, on l'active par des variations de température; on détermine enfin la pression du mélange, en reliant le ballon à un manomètre de Regnault.

» On a pris le soin d'établir *a priori*, entre les deux branches de ce manomètre, une dénivellation du mercure correspondant à la différence des hauteurs barométriques le jour du remplissage et celui de la mesure, et aussi à la variation de pression produite par le mélange des deux gaz, variation connue approximativement par une expérience préliminaire, en ouvrant le robinet du biballon on n'observe donc qu'un mouvement très faible du mercure : la correction à effectuer sur la pression lue est petite, ce qui est très avantageux, cette correction étant forcément un peu incertaine, puisqu'elle exige la connaissance du volume des tubes de communication.

» Résultats. — 1° Az^2O *et* CO^2 :

Pression de remplissage..................	759mm,40
Pression du mélange......................	759mm,48

l'augmentation de pression très faible (0mm,08) peut être attribuée aux erreurs d'expériences.

» *Note.* — Dans cette expérience, la diffusion n'ayant duré que deux jours, je me suis assuré, en analysant les mélanges gazeux des deux ballons, que néanmoins elle était à peu près achevée.

» 2° SO^2 *et* CO^2 :

Pression de CO^2 = 765,64	moyenne	765mm,69
Pression de SO^2 = 765,73		
Après quatre jours : pression du mélange.....		766,90
Après sept jours : pression du mélange........		767,05

dans ce cas, on observe bien une augmentation de pression par le mélange, mais sa valeur (1mm,36) est bien inférieure à ce qu'elle devrait être d'après l'ancien énoncé de la loi du mélange des gaz; la différence des résultats obtenus dans les deux cas étudiés

peut être attribuée à ce que CO^2 et Az^2O ont même masse moléculaire et sont dans des états correspondants, à 0° et sous la pression atmosphérique, tandis qu'il n'en est plus de même pour CO^2 et SO^2.

» *En résumé*, ces résultats confirment ceux qui ont été obtenus par la mesure des densités (¹); comme eux, ils indiquent que l'on doit rejeter l'énoncé de la loi du mélange des gaz où interviennent les pressions, pour y substituer celui qui fait intervenir les volumes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la séparation du thorium et des terres de la cérite.* Note de MM. **G. Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. H. Moissan.

« Après avoir donné un procédé de séparation du cérium avec le lanthane et le didyme et l'ensemble des terres du groupe de l'yttria, nous avons cherché un moyen plus commode et plus sûr que ceux qui existent pour le débarrasser de la thorine. Dans toutes les réactions qu'on met en jeu pour séparer entre elles les terres de la cérite, la thorine reste, en effet, en totalité ou en partie avec le cérium. C'est ce qui se produit en particulier dans le procédé de séparation que nous avons indiqué. S'il n'en existe que quelques centièmes, elle se précipite complètement en même temps que le nitrate céroso-cérique.

» Si l'on se propose simplement d'obtenir du cérium pur, on dissout le précipité dans de l'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour réduire le cérium à l'état de protoxyde, on ajoute à la solution chaude un peu d'acide phosphorique, et l'on évapore jusqu'à consistance pâteuse. On reprend par l'eau et l'on filtre. Toute la thorine reste à l'état insoluble entraînant avec elle quelques centièmes de cérium. La liqueur filtrée contient du protochlorure de cérium rigoureusement exempt de thorine.

» Le problème inverse, la préparation d'une thorine parfaitement exempte de cérium, est beaucoup plus difficile et l'on n'y arrive, comme on sait, que par une longue série d'opérations, sans qu'on ait aucun caractère précis, autre que l'absence d'incandescence, pour reconnaître la pureté du produit obtenu.

» M. Clève a signalé depuis longtemps (²) une curieuse réaction qui,

(¹) M. Leduc a trouvé, par les densités, que le mélange de SO^2 et CO^2 est accompagné d'une augmentation de pression de $1^{mm},25$; mais la pression du mélange n'était que de 66^{cm} au lieu de 77^{cm}.

(²) *Bull. Soc. ch.*, t. XLIII, p. 57; 1885.

parmi les terres rares, n'appartient qu'à la thorine; en ajoutant à une solution de sulfate de thorium de l'eau oxygénée, on obtient un précipité gélatineux qui a pour formule Th^4O^7, SO^3 ($Th = 116$). En étudiant de plus près cette réaction, nous avons reconnu qu'en employant le nitrate aussi exempt que possible d'acide libre, en ajoutant un excès de H^2O^2 et en chauffant vers 60°, on précipite la totalité de la thorine existant dans la solution. La réaction est tellement sensible qu'on peut non seulement reconnaître facilement $\frac{1}{1000}$ de thorine mélangé, soit avec du cérium seul, soit avec l'ensemble des terres de la cérite et de la gadolinite, mais encore le recueillir et le doser. Il est vrai que la thorine ainsi précipitée renferme encore du cérium, surtout si ce dernier était en très grand excès. Mais en redissolvant cette thorine encore impure dans l'acide nitrique, évaporant à sec et précipitant encore une fois par H^2O^2 on obtient un produit qui ne renferme plus que moins de 0,1 pour 100 d'impuretés. Une troisième précipitation enlève ces dernières traces de cérium et, après une quatrième précipitation, la liqueur filtrée ne donne plus le moindre précipité par l'ammoniaque. Pratiquement, et si l'on opère sur quelques centaines de grammes de matière, il vaut mieux commencer par traiter les mélanges des nitrates par un excès de carbonate d'ammoniaque à 10 pour 100, auquel on a ajouté un peu d'ammoniaque caustique. Toute la thorine passe ainsi en solution, n'entraînant que quelques centièmes des autres terres. Une seule précipitation à l'eau oxygénée suffit alors pour avoir une thorine presque rigoureusement pure et ne donnant plus que des traces d'incandescence.

» Il nous restait à appliquer cette méthode si simple et si rapide à la détermination quantitative de la thorine en présence des autres terres rares. Mais ici on rencontre des difficultés tout à fait inattendues. Le nitrate de peroxyde $Th^4O^7N^2O^5$ ne peut pas être calciné; en perdant son oxygène, il décrépite, se réduit en une poudre d'une extrême ténuité qui est projetée hors du creuset et amène des pertes qui peuvent s'élever à 10 pour 100. D'autre part, il n'est pas possible de le dissoudre sur le filtre dans l'acide nitrique ou chlorhydrique, pour le transformer en hydroxyde dont la calcination est facile; en effet, il se produit un vif dégagement d'oxygène et, quelque précaution qu'on prenne, une certaine quantité de la solution est entraînée à l'état d'imperceptibles gouttelettes. Après un grand nombre de tâtonnements, voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêtés et qui donne, comme on le verra plus loin, des résultats très suffisamment exacts.

» La solution des nitrates, qui ne doit pas contenir plus de 0,5 d'oxydes, est évaporée à sec, additionnée de 100cc d'eau et de 10cc d'eau oxygénée (à 10 volumes) (1); on chauffe pendant quelques minutes en remuant. Le précipité extrêmement volumineux est jeté sur le filtre et lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipite plus par l'ammoniaque. On détache avec une baguette le précipité du filtre, opération qui se fait très aisément grâce à la consistance gélatineuse du peroxyde, et on le dissout à chaud dans quelques centimètres cubes d'eau à laquelle on ajoute 2gr de $IAzH^4$ et 2cc de ClH concentré; la réduction est instantanée. On fait passer la solution chaude à travers le filtre pour dissoudre les parties du précipité qui y adhèrent encore et on lave. La solution est précipitée par l'ammoniaque; l'hydroxyde, qu'on n'a pas besoin de laver, est jeté sur le même filtre et calciné. Dans la liqueur filtrée du peroxyde, on précipite par l'ammoniaque toutes les autres terres qui accompagnaient la thorine.

» Le précipité obtenu par l'eau oxygénée doit être parfaitement blanc. Si tel n'était pas le cas, ce qui arrive chaque fois que la quantité de cérium est un peu considérable, il faudrait redissoudre l'hydroxyde dans l'acide nitrique, évaporer et répéter l'opération. D'une façon générale, si l'on tient à des résultats très exacts, cette double précipitation doit être conseillée aussi bien pour le peroxyde de thorium qui a entraîné un peu de cérium que pour les autres terres qui ont pu entraîner quelques millièmes de thorine.

	I.		II.		III.	
	Pris.	Trouvé.	Pris.	Trouvé.	Pris.	Trouvé.
ThO	0,3670	0,3655	0,3645	0,3640	0,0508	0,0475
Ce^3O^4	0,0231	0,0229	0,0214	0,0370	0,9485	0,9515
LaO DiO	»	»	0,0140		»	»

» Nous donnons l'analyse III pour montrer les résultats qu'on obtient par une seule précipitation.

» M. Dennis (*Zeisch. für Ann. Ch.*, t. XIII, p. 412; 1897) a proposé tout récemment le sel potassique de l'acide azothydrique pour la séparation de la thorine des autres terres rares.

» Cette curieuse réaction permet, en effet, de précipiter la totalité de la thorine existant dans un mélange. Malheureusement elle présente deux inconvénients : celui d'exiger l'emploi d'un réactif peu commode à manier en quantité un peu notable, et celui bien plus grave d'entraîner avec la thorine quelques centièmes de cérium qu'une seconde précipitation n'élimine pas. Dans un mélange synthétique renfermant 0,0952 de ThO et 0,0927 de CeO, nous n'avons trouvé, après la précipitation de la thorine par Az^3K, que 0,0896 de CeO. La thorine précipitée avait donc entraîné

(1) L'eau oxygénée du commerce renfermant de notables quantités de substances fixes ne peut être employée. Il faut la purifier par distillation, ce qui ne présente d'ailleurs aucune difficulté depuis le Travail de M. Hanriot.

3,34 pour 100 de CeO. Elle a été dissoute dans NO^3H et précipitée par H^2O^2; la liqueur filtrée a donné 0,0028 de CeO. Cette expérience montre clairement que le procédé que nous proposons est non seulement plus pratique, mais encore beaucoup plus précis que le procédé, très intéressant du reste, décrit par M. Dennis [1]. »

THERMOCHIMIE. — *Hydramides et bases isomères (glyoxalidines).* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Je me propose d'étudier ici les combinaisons ammoniacales des aldéhydes anisique et pyromucique, afin d'étendre les recherches publiées relativement à l'hydrobenzamide et à l'amarine. J'ai été naturellement amené à déterminer la chaleur de formation de l'aldéhyde anisique, non encore étudié sous ce rapport.

» *Aldéhyde anisique :* $C^6H^4(CHO)_1(OCH^3)_4$. — Très récemment distillé, bouillant à 248°-249°, parfaitement neutre, ce produit a donné pour chaleur de combustion par gramme :

$7096^{cal},0$; $7117^{cal},2$; $7110^{cal},1$; en moyenne $7107^{cal},8$.

» Soit, pour une molécule = 136^{gr},

Chaleur de combustion à volume constant........... $966^{Cal},7$
» pression constante........ $967^{Cal},3$

» D'où, pour la chaleur de formation,

$C^8 + H^8 + O^2 = C^8H^8O^2$ liq.................. $-63^{Cal},1$

» *Anishydramide :* $(C^8H^8O)^3Az^2$. — Préparé d'après les indications de Cahours, le corps que j'ai utilisé fondait à 125°-127°. Sa combustion a donné par gramme :

$7810^{cal},7$; $7851^{cal},4$; $7849^{cal},1$; en moyenne $7837^{cal},1$.

» D'où l'on déduit :

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion moléculaire	$3040^{Cal},8$	$3042^{Cal},8$
Chaleur de formation moléculaire..........	»	$48^{Cal},4$

» *Anisine :* $C^{24}H^{24}Az^2O^3$. — Préparée suivant les indications de Bertagnini, c'est-à-dire par chauffage du corps précédent à 160°, purifiée ensuite et finalement cristallisée dans l'alcool aqueux, l'anisine contient une molécule d'eau et fond à 101°. Cette molécule d'eau part à 105°-110°, exactement; mais l'anisine anhydre ne cristallise pas

---

(1) Laboratoire de M. Arnaud, au Muséum.

par le refroidissement, comme l'amarine; elle se présente alors en masses vitreuses, incolores, solubles dans le benzène et s'en sépare par évaporation du solvant, en petits cristaux fondant vers 109°. La combustion calorimétrique a été effectuée sur le produit vitreux; elle a fourni par gramme :

7801^{cal},9 et 7788^{cal},8; moyenne 7795^{cal},35.

» D'où

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion moléculaire	3024^{Cal},6	3026^{Cal},6
Chaleur de formation moléculaire..........	»	64^{Cal},6

» *Furfuramide :* $(C^5H^4O)^3Az^2$. — C'est le produit que l'on obtient par l'action à froid de l'ammoniaque dissoute sur l'aldéhyde pyromucique ou furfurol. La combustion a donné par gramme :

6821^{cal},4 et 6819^{cal},4; moyenne 6820^{cal},4.

» Soit, pour une molécule = 268^{gr} :

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion.	1827^{Cal},87	1828^{Cal},15
Chaleur de formation...............	»	+ 0^{Cal},35

» *Furfurine :* $C^{15}H^{12}Az^2O^3$. — Bertagnini a montré qu'en maintenant la furfuramide à 110°-120° pendant une demi-heure, on la transformait en base isomère ou furfurine. En suivant de près la marche de l'opération, j'ai pu saisir sur le fait le dégagement de chaleur produit par l'isomérisation : 15^{gr}-20^{gr} de l'hydramide sont chauffés dans un ballon placé au milieu d'un bain d'huile porté à 115°; dès que la fusion de la furfuramide est totale, la réaction s'annonce par un grésillement, dû sans doute à l'expulsion de traces d'eau, et se manifeste ensuite par une élévation de température de la masse en transformation pouvant atteindre 50°-60°, laquelle persiste pendant quatre à cinq minutes; après ce temps, la réaction est achevée, le thermomètre descend. Pendant la transformation, la température du bain ne varie que de quelques degrés. Purifiée par passage à l'état de bioxalate, la furfurine s'obtient finalement en cristaux fusibles à 116°, anhydres. Sa combustion dégage, par gramme :

6755^{cal},4; 6763^{cal},8; 6745^{cal},5; en moyenne 6754^{cal},9.

» Soit, pour une molécule :

Chaleur de combustion. . .	à volume constant.... .	1810^{Cal},32
	à pression constante.....	1810^{Cal},6
Chaleur de formation........	....	17^{Cal},9

» *Chlorhydrate de furfurine :* $C^{15}H^{12}Az^2O^3.HCl$. — La furfurine forme des sels assez solubles; notamment le chlorhydrate. J'ai profité de cette circonstance pour en faire la thermochimie, très difficile avec les sels d'amarine ou d'anisine presque inso-

lubles, afin de justifier plus complètement quelques considérations que j'expose plus loin. J'ai trouvé les résultats suivants :

I. Chaleur de diss. de $C^{15}H^{12}Az^2O^3.HCl$ dans 5^{lit} et 10^{lit} d'eau .... $4^{Cal},74$ et $4^{Cal},76$
II. $C^{15}H^{12}Az^2O^3HCl$ diss. + KOH diss. = $C^{15}H^{12}Az^2O^3$ crist. + KCl diss. (12^{lit}) . $+7^{Cal},1$
III. $C^{15}H^{12}Az^2O^3$ crist. + HCl diss. = $C^{15}H^{12}Az^2O^3.HCl$ diss. (14^{lit}) ...... $+6^{Cal},55$

» Les $7^{Cal},1$ de l'opération II ne se dégagent pas d'un seul coup : la furfurine se précipite d'abord amorphe, ce qui produit environ 7^{Cal}; sa transformation en cristaux dégage ensuite quelques dixièmes de Calorie. La somme $6^{Cal},55 + 7^{Cal},1 = 13^{Cal},65$ est très voisine de $13^{Cal},7$ chaleur de saturation de HCl diss. par KOH diss., ce qui confirme les nombres trouvés. On en déduit, pour la formation du sel solide :

$C^{15}H^{12}Az^2O^3$ crist. + HCl gaz = $C^{15}H^{12}Az^2O^3.HCl$ crist....... $+28^{Cal},7$

» *Conclusions.* — On tire des nombres ci-dessus, pour la formation des hydramides étudiés et leur isomérisation en glyoxalidines, les résultats suivants :

I. $3C^8H^8O^2$ liq. + $2AzH^3$ diss. = $(C^8H^8O)^3Az^2$ sol. + $3H^2O$ liq.... $+2 \times 12^{Cal},05$
Anishydramide sol. = Anisine sol..... .... $+16^{Cal},2$
II. $3C^5H^4O^2$ liq. + $2AzH^3$ diss. = $(C^5H^4O)^3Az^2$ sol. + $3H^2O$ liq.... $+2 \times 8^{Cal},1$
Furfuramide sol. = Furfurine sol............................ $+17^{Cal},55$

» On avait trouvé un dégagement de 2×11^{Cal} pour la formation de l'hydrobenzamide suivant le même mode et $13^{Cal},9$ pour sa transformation en amarine; les nouveaux nombres sont essentiellement comparables, et susceptibles des déductions développées dans la Note sur l'hydrobenzamine et l'amarine.

» Je ne rappellerai que l'équation suivante :

3 Aldéhyde liq. + $2AzH^3$ diss. = Glyoxalidine sol. + $3H^2O$ liq. + $2 \times x$.

Pour l'amarine on avait $x = 17^{Cal},95$; pour l'anisine et la furfurine, on trouve respectivement $20^{Cal},1$ et $16^{Cal},7$, tous nombres plus grands que la chaleur de saturation de AzH^3 diss. par un acide dissous, d'où résulte l'impossibilité de retourner aux générateurs par l'action des acides dissous sur les bases isomères des hydramides. Je puis ajouter qu'un acide concentré n'agira pas davantage, parce qu'il faut tenir compte de ce fait expérimental qu'une moitié s'unira d'abord à la base pour donner un sel, tandis que l'autre moitié perdra une partie de son énergie en s'unissant aux $3H^2O$ nécessaires à la réaction. C'est ainsi que le calcul fait avec la furfurine, où x est le plus faible et dans les conditions les plus favorables à l'action décomposante, montre qu'il y aurait une absorption de $8^{Cal},5$,

pour réaliser l'équation suivante :

$$C^{15}H^{12}Az^2O^3, HCl \text{ sol.} + HCl \text{ diss. dans } 3H^2O$$
$$= 3C^5H^4O^2 \text{ liq.} + 2AzH^4Cl \text{ sol.}$$

Le raisonnement peut évidemment s'étendre aux autres sels; mais il était nécessaire de l'appuyer sur une donnée réelle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'ouabaïne*. Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire précédent ([1]), j'ai établi l'identité de l'ouabaïne et de la strophantine du *Strophantus glaber*. Mes dernières recherches sur ce corps m'ont permis de préparer un certain nombre de combinaisons ou de dérivés qui, je l'espère, pourront aider à définir, au point de vue chimique, ce glucoside dont l'action physiologique présente un si grand intérêt.

» L'ouabaïne peut former, par cristallisation ou évaporation de ses solutions aqueuses, au moins trois hydrates cristallisés différents, prenant naissance respectivement à la température ordinaire (entre 10° et 20°), vers 30°, vers 60°.

» Le premier de ces hydrates correspond à 9 molécules d'eau, si l'on adopte la formule que j'ai déjà proposée pour l'ouabaïne ([2]), $C^{30}H^{46}O^{12}$. Il contient, d'après les dosages effectués, de 20,70 à 21,35 pour 100 d'eau, suivant que la dessiccation est plus ou moins prolongée; celle-ci ne devant pas excéder douze heures à 125°, car l'ouabaïne s'altère alors en brunissant à la surface. Pour 9 molécules d'eau, le calcul indique 21,31 pour 100. Quand on laisse cet hydrate sous le dessiccateur en présence de l'acide sulfurique, il perd 2 molécules d'eau et ne contient alors plus que 17,5 pour 100 d'eau. C'est cet hydrate que j'ai décrit précédemment.

» M. Wyrouboff, notre éminent cristallographe, a bien voulu en déterminer la forme cristalline, et voici les principaux éléments de cette détermination :

» L'ouabaïne cristallisée à basse température est quadratique. J'y ai observé les

([1]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1162.

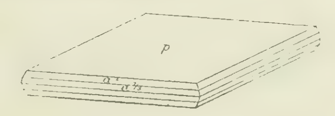
([2]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1011.

formes $p(001)$, $a^1(101)$ et $a^{\frac{1}{3}}(301)$. Les cristaux sont toujours aplatis suivant la base

$$a : c = 1 : 1,6003.$$

Angles.	Calculés.	Observés.
$p\,a^1$ (001.101)..............		*122°
$p\,a^{\frac{1}{3}}$ (001.301).............	101°.46′	
$a^{\frac{1}{3}}a^1$ (301.101)...........	159.46	159°.34′
$a^1 a^1$ (100.011)..............	106.19	106.16

» Uniaxe, négatif avec faible biréfringence.



» L'hydrate qui se forme vers 30° contient environ 11,2 pour 100 d'eau ; celui qui prend naissance à 60°, environ 9 pour 100. Ces hydrates correspondent, sans doute, soit à quatre, soit à trois molécules d'eau de cristallisation.

» Le pouvoir rotatoire de l'ouabaïne en solution aqueuse à 1 pour 100 est : $[\alpha]_D = -30°,6$.

» Quelques essais ont été faits sur sa solubilité dans l'eau et ont conduit aux résultats suivants :

A 30°,	100cc d'eau contiennent........	1gr,57 ouabaïne anhydre
A 14°,5	....	0gr,93
A 8°	....	0gr,66

» Des essais cryoscopiques ont été faits pour confirmer le poids moléculaire attribué à l'ouabaïne, soit en solution aqueuse, soit en solution dans l'acide acétique cristallisable. Les résultats obtenus sont peu précis, en raison même du poids moléculaire élevé de ce corps, de sa faible solubilité, ce qui conduit à des variations excessivement faibles dans les points de congélation des liquides employés. Les nombres trouvés varient de 545, pour l'eau, à 640 pour l'acide acétique.

» L'hydrolyse de l'ouabaïne fournit des renseignements importants (¹); elle se produit facilement par l'action des acides chlorhydrique ou sulfurique étendus à 100° ou 110°. Il se forme du rhamnose et une résine rouge qui est certainement un produit de polymérisation du second produit de

(¹) *Bull. Soc. chim.*, t. LI, p. 10.

dédoublement, comme cela se passe du reste dans le cas de l'hydrolyse de la salicine. Jusqu'à présent je n'ai pu obtenir le produit non polymérisé, quelles que soient les variations des conditions de l'hydrolyse. Les ferments solubles, émulsine, diastase, etc. n'agissent pas sur l'ouabaïne, mais j'ai quelque raison de croire que certains organismes microbiens peuvent la dédoubler en donnant, à côté du rhamnose, un produit cristallisé.

» Les quantités de rhamnose hydraté fournies par l'hydrolyse varient de 29,7 à 30,6, ce qui conduit à admettre l'équation suivante de dédoublement :

$$C^{30}H^{46}O^{12} + H^2O = C^6H^{12}O^5 + C^{24}H^{36}O^8 \ (^1).$$

» La résine obtenue n'a pas encore été étudiée et vraisemblablement doit présenter des variations de composition, suivant ses conditions de formation, comme dans le cas de la salirétine.

» L'action de différents réactifs sur l'ouabaïne peut donner des produits cristallisés qui ont été étudiés et analysés ; nous allons résumer ici brièvement les résultats obtenus :

» L'acide nitrique concentré produit des dérivés nitrés amorphes, insolubles dans l'eau, et, par chauffage, de grandes quantités d'acide oxalique; étendu et froid, on obtient des dérivés nitrés cristallisés, mais encore en petite proportion par rapport au produit amorphe. L'un de ces dérivés cristallisés est presque insoluble dans l'alcool, même bouillant, également dans l'acétone; l'autre, au contraire, peu soluble dans l'alcool, se dissout bien dans l'acétone chaude, qui l'abandonne en longues aiguilles jaunes par refroidissement. Ces corps sont solubles dans la soude étendue, de laquelle ils sont précipités par les acides. Ces combinaisons nitrées se rapportent au second produit de dédoublement, car l'action de l'acide azotique commence certainement par hydrolyser l'ouabaïne; il y a même toujours un dégagement de CO^2 qui persiste pendant toute la réaction, soit à froid, soit à chaud.

» Le brome réagit avec dégagement de chaleur sur l'ouabaïne anhydre, en donnant un dérivé bromé amorphe, qui contient près de 63 pour 100 de brome, et de grandes quantités de HBr.

» Les alcalis donnent des combinaisons, probablement d'addition, avec l'ouabaïne, excessivement solubles dans l'eau, et incristallisables ; on obtient cependant des dérivés sodés et potassés en micro-cristaux, en faisant réagir une molécule de Na ou de K, dissoute dans l'alcool, sur une molécule d'ouabaïne dans le même dissolvant. Ces composés, d'après l'analyse, paraissent correspondre à la formule suivante :

$$C^{30}H^{45}MO^{12} \quad \text{ou} \quad C^{30}H^{44}O^{12}, HO \ (^2).$$

(1) Ou plutôt le polymère $(C^{24}H^{36}O^8 - H^2O)^2$.

(2) Analogue aux combinaisons des saccharoses.

» Avec un excès de sodium ou de potassium, ou même de soude ou de potasse alcooliques, on obtient des mélanges de combinaisons renfermant davantage de métal.

» L'anhydride acétique fournit surtout des acétines amorphes quand on opère à froid et sans excès d'anhydride, ou quand on dépasse la température de 80°, même en présence d'un excès de réactif. Mais quand on opère entre 30° et 70° et en présence d'une grande quantité d'anhydride, on obtient, entre autres, une acétine parfaitement cristallisée en belles lamelles micacées, fondant à 270°-275° en se décomposant. La quantité d'acide acétique donnée par la saponification conduit à admettre que ce corps est une heptacétine : $C^{30}H^{39}(C^2H^3O)^7O^{12}$; ce qui indique la présence d'au moins sept oxhydryles dans le groupement de l'ouabaïne. Cette acétine est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool chaud, très soluble également dans l'acide acétique.

» La formule admise $C^{30}H^{46}O^{12}$, dont le poids moléculaire est de 598, s'accorde bien avec toutes ces observations, que j'ai l'intention de publier en détail dès que j'aurai terminé mes recherches à ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide térébique.* Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. Friedel.

« Étant données les difficultés qui entourent la préparation de l'acide térébique, tant à partir de la métaéthylheptanonolide que du pinène, j'ai pensé qu'on pourrait obtenir plus facilement cet acide par synthèse.

» M. Réformatsky a indiqué une méthode de condensation des aldéhydes avec les éthers halogénés reposant sur l'action du zinc sur le mélange de ces corps. Il semblait donc possible d'obtenir l'acide térébique en appliquant ce procédé à l'acétone et à l'éther bromosuccinique :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} CO + \begin{matrix} CH^2 - CO^2 - C^2H^5 \\ | \\ CHBr - CO^2.C^2H^5 \end{matrix} + Zn = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix} \begin{matrix} C \text{———} CH - CO^2C^2H^5. \\ | \qquad\qquad | \\ OZnBr\,CH^2 - CO^2C^2H^5 \end{matrix}$$

La décomposition par l'eau du dérivé bromozincique obtenu devait conduire au diatérébate d'éthyle, dont la saponification aurait fourni l'acide térébique.

» Si l'on essaie de réaliser cette réaction, on constate qu'au bout d'un mois le métal n'a pas encore réagi sur le mélange d'acétone et d'éther bromosuccinique. Je suis arrivé cependant à effectuer cette condensation en remplaçant le zinc par le couple zinc-cuivre. Celui-ci a été préparé avec la limaille de zinc et par voie sèche, suivant les indications de MM. Gladstone et Tribe.

» On opère de la manière suivante :

» On fait un mélange équimoléculaire d'acétone et de bromosuccinate d'éthyle, et l'on y ajoute un poids de zinc-cuivre égal à celui de l'éther bromé. La réaction n'est pas immédiate, et l'on abandonne le mélange à lui-même pendant douze heures environ. Au bout de ce temps, on agite avec précaution, et il se produit bientôt un dégagement considérable de chaleur qu'on modère par refroidissement. On abandonne à nouveau le produit de la réaction pendant douze heures en agitant de temps en temps. On obtient ainsi une masse pâteuse sur laquelle on verse un excès d'acide sulfurique étendu au dixième; on agite vivement et on laisse la décomposition s'effectuer pendant vingt-quatre heures environ. On épuise alors à l'éther, on lave la solution éthérée à l'acide sulfurique étendu, et l'on distille l'éther. Le résidu est saponifié par la potasse aqueuse au bain-marie. On chasse l'alcool, on sature l'alcali par la quantité équivalente d'acide chlorhydrique et l'on évapore le tout à sec. La poudre obtenue est soumise à un épuisement continu et prolongé au moyen de l'éther. Le résidu, obtenu par distillation du solvant, constitue un mélange d'acides d'où l'acide térébique est isolé par le procédé suivant :

» On dissout le mélange des acides dans l'eau, on porte à une douce ébullition et l'on ajoute de l'eau de baryte saturée à l'ébullition jusqu'à ce que la liqueur ait acquis une réaction fortement alcaline et persistante. Cette manipulation a pour but de transformer l'acide térébique en diatérébate de baryum facilement soluble. On filtre la liqueur bouillante, on précipite l'excès d'alcali par l'acide carbonique, on filtre et l'on évapore. Le liquide refroidi est acidifié par l'acide chlorhydrique et épuisé cinq fois à l'éther. La distillation de ce solvant fournit l'acide térébique qu'on purifie par cristallisation dans le double de son poids d'eau. Si l'on veut obtenir de beaux cristaux, la cristallisation doit être effectuée dans l'alcool à 60°. La condensation ne doit pas être opérée sur plus de 100^{gr} d'éther bromé.

» L'acide ainsi obtenu fond à 174°. Il donne à l'analyse des chiffres qui concordent avec la composition de l'acide térébique. Enfin, l'identification a été complétée par la transformation en méthyl-2-pentanolide

$$\begin{array}{ccccccccc}
 & & \mathrm{CO^2H} & & & & & & \\
\mathrm{CH^3} & & & & & \mathrm{CH^3} & & & \\
 & \mathrm{C} & \mathrm{CH} & \mathrm{CH^2} & \mathrm{CO^2} + & & \mathrm{C} & \mathrm{CH^2} & \mathrm{CH^2}. \\
\mathrm{CH^3} & & & | & & \mathrm{CH^3} & | & & | \\
 & \mathrm{O} & - & \mathrm{CO} & & & \mathrm{O} & \text{————} & \mathrm{CO}
\end{array}$$

Cette transformation peut être effectuée par deux distillations successives et lentes. On obtient ainsi un mélange d'olide et d'acide pyrotérébique qu'on chauffe pendant quelques minutes avec un mélange d'acide sulfurique (2 p.) et d'eau (1 p.). L'acide pyrotérébique est ainsi transformé en olide isomère avec lui, et il ne reste qu'à neutraliser par le carbonate de sodium et à épuiser à l'éther pour obtenir l'olide qui bout à 206°-207°.

» On peut encore faire bouillir directement pendant douze heures l'acide térébique avec le mélange sulfurique.

» La condensation que j'ai indiquée fournit environ de 10^{gr} à 12^{gr} d'acide térébique pour 100^{gr} d'éther bromosuccinique. Le rendement est donc assez faible, mais bien supérieur cependant à celui que donne l'oxydation du pinène (20^{gr} d'acide pour 1200^{gr} de pinène et 12^{kg} d'acide azotique). La manipulation est, en outre, très aisée, tandis qu'elle est fort pénible dans ce dernier cas.

» Je me propose d'étendre ce procédé de condensation à la synthèse d'un certain nombre d'acides paraconiques et de l'appliquer, en outre, aux dérivés qui renferment la fonction cétonique et la fonction halogénée dans la même molécule. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fabrication de l'huile d'acétone, et en particulier de la méthyléthylcétone, au moyen des eaux de désuintage des laines.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Friedel.

« La fabrication de l'acétone, par distillation sèche de l'acétate de chaux brut, laisse, après séparation de l'acétone pure, un résidu huileux, renfermant de la méthyléthylcétone, de la méthylpropylcétone et autres acétones supérieures, qu'on désigne sous le nom d'*huile d'acétone*.

» On peut encore obtenir l'huile d'acétone par oxydation des fusels, au moyen d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, séparation des acides gras formés et distillation sèche de leurs sels de chaux.

» En réalité, l'huile d'acétone s'obtient par distillation sèche d'un mélange d'acétate de chaux, de propionate de chaux, de butyrate de chaux et autres sels de calcium d'acides gras supérieurs.

» Étant donné que les eaux de désuintage des laines peuvent, comme nous l'avons montré dans une précédente Communication [1], fournir abondamment les acides gras volatils qui concourent à la formation de l'huile d'acétone, nous avons pensé que ces eaux constitueraient une excellente matière première pour la fabrication de ce produit. C'est pourquoi nous avons entrepris quelques expériences à ce sujet, expériences qui ont confirmé notre opinion.

» Pour obtenir l'huile d'acétone au moyen des eaux de désuintage des

[1] *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 777; 15 novembre 1897.

laines, on prend les acides gras volatils, isolés de ces eaux comme nous l'avons indiqué; on les sature par la chaux et l'on évapore la solution à siccité. Les sels de chaux parfaitement secs sont ensuite soumis à la distillation sèche.

» Le matériel à employer pour sécher et distiller les sels de chaux est tout à fait analogue à celui qui est usité dans la fabrication de l'acétone.

» On obtient ainsi de 45 à 50 pour 100 du poids des sels de chaux d'un liquide légèrement coloré, ayant une odeur particulière pénétrante et très persistante, une saveur âcre et brûlante.

» Sa densité est 0,838. Il est soluble en grande partie dans l'eau, qui en dissout 80 pour 100 environ. Il est soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther.

» Une première rectification de ce liquide nous a fourni les résultats suivants :

De 56° à 75°, il passe	18	pour 100.
» 75° à 85° »	59	»
» 85° à 100° »	5	»
» 100° à 150° »	8	»
» 150° à 200° »	5	»
Au-dessus de 200° »	5	»
	100	

» Par des rectifications répétées, nous avons pu séparer du mélange plus de 60 pour 100 de méthyléthylcétone. La proportion élevée de méthyléthylcétone, contenue dans cette huile d'acétone, tient à ce que le mélange des acides gras volatils des eaux de désuintage des laines est riche en acide propionique.

» Cette source d'huile d'acétone, et en particulier de méthyléthylcétone, est extrêmement abondante et son exploitation serait très économique. Le rendement en huile d'acétone est de 15^{lit} environ par mètre cube d'eau de désuintage à 11° Baumé. On pourrait obtenir, par le traitement de la totalité des eaux de désuintage produites actuellement dans les villes de Roubaix et de Tourcoing, environ 10000^{kg} d'huile d'acétone par jour.

» L'huile d'acétone, jusqu'ici sans application, commence maintenant à être utilisée, notamment pour la dénaturation de l'alcool. En Suisse, c'est actuellement le dénaturant employé. L'huile d'acétone est d'ailleurs un dénaturant très efficace : ajoutée à l'alcool, même en très petite quantité, 1 à 2 pour 100, elle lui communique une odeur et une saveur âcres très prononcées. Comme elle renferme en outre, entre autres acétones, la méthyléthylcétone, qui bout à une température très voisine de celle de l'alcool, la régénération de l'alcool est rendue extrêmement difficile.

» Ce produit était rare et difficile à obtenir. La fabrication de l'acétone ne donne, en effet, qu'un faible rendement en huile d'acétone, 10 pour 100 de l'acétone brute, dit-on, et le procédé d'obtention par l'oxydation des fusels, qui fourniraient de 20 à 25 pour 100 d'huile d'acétone, est extrêmement laborieux. Par suite, l'emploi de ce produit n'a pas pu se généraliser.

» C'est pourquoi nous croyons devoir attirer l'attention sur les eaux de désuintage des laines qui peuvent devenir une source abondante et facile à exploiter d'huile d'acétone particulièrement riche en méthyléthylcétone, le produit le plus efficace pour la dénaturation de l'alcool. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du suc gastrique*. Note de M. **L. Cordier**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons eu récemment l'occasion de faire, dans le service de M. le Dr Œttinger à l'hôpital Broussais, de nombreuses analyses de suc gastrique.

» La méthode la plus couramment employée en France, dans les laboratoires, est celle d'Hayem et Winter. On dose l'acidité totale A, le chlore total T, le chlore combiné C et l'acide chlorhydrique libre H; ce dosage comporte trois incinérations successives et nécessite, pour l'obtention de résultats rigoureusement comparables, un apprentissage assez long. Chaque dosage exige de plus un temps très appréciable, une dizaine d'heures environ.

» La méthode que nous proposons est basée sur l'observation suivante :

» Un mélange de chlorure de sodium et de chlorure de lithium, traité par un mélange à parties égales d'alcool absolu et d'éther anhydre, cède complètement à ce véhicule le chlorure de lithium ; le chlorure de sodium reste indissous et peut être ensuite enlevé par de l'eau distillée chaude.

» Pour faire le dosage, on prélève 5^{cc} de suc gastrique que l'on additionne dans une petite capsule d'une solution saturée de carbonate de lithine pur jusqu'à réaction alcaline au tournesol. On évapore à siccité à l'étuve à 100° ou mieux au bain-marie à l'air libre. L'acide chlorhydrique libre et l'acide chlorhydrique combiné se transforment en chlorure de lithium ; les chlorures fixes ne subissent aucune modification ; les acides organiques et les sels acides sont neutralisés.

» Après dessiccation, on incinère au rouge sombre en remuant continuellement avec une baguette de verre et en évitant toute élévation de température, l'incinération devant être juste suffisante pour obtenir ultérieurement une liqueur incolore ou à peine colorée. Après refroidissement, on épuise le charbon obtenu par le mélange à

parties égales d'alcool absolu et d'éther, ajouté par fractions successives. Nous nous sommes assurés que 60^{cc} suffisaient à un épuisement complet; en opérant avec la liqueur chaude, au bain-marie par exemple, 40^{cc} seulement sont nécessaires pour l'enlèvement total de tout le chlorure de lithium.

» On sépare ainsi, au moyen d'un petit filtre Berzélius : d'une part, une solution éthéro-alcoolique; d'autre part, un charbon résidu.

» 1. *Dosage de* HCl *libre* + HCl *combiné* = (H + C). — La solution éthéro-alcoolique contient ainsi à l'état de chlorure de lithium tout le chlore de l'acide chlorhydrique libre et le chlore des chlorures combinés. Cette solution est rigoureusement neutre au tournesol, complètement incolore et peut servir directement au dosage du chlore par la méthode volumétrique au nitrate d'argent.

» Il suffit pour cela de la diluer de son volume d'eau, d'ajouter quelques gouttes de chromate de potasse dissous et de procéder au titrage au moyen de la solution déci-normale d'azotate d'argent; le résultat exprimé en HCl et rapporté à 100^{cc} de suc gastrique, fait connaître la valeur de (H + C).

» 2. *Dosage du chlore fixe* F. — On reprend, par de l'eau chaude, le charbon résidu qui reste dans la capsule, on acidule par trois à quatre gouttes d'acide azotique pur, ce qui désagrège le charbon, on porte à l'ébullition pour chasser l'acide carbonique, puis on jette sur le filtre même qui a servi à séparer la liqueur éthéro-alcoolique. On épuise par une quantité suffisante d'eau chaude, et les liqueurs réunies (50^{cc} environ) sont ramenées, au moyen de quelques gouttes d'une solution de carbonate de soude pur au dixième, à une très légère alcalinité.

» On procède ensuite au titrage du chlore comme précédemment, et le résultat, rapporté à 100^{cc} de suc gastrique et exprimé en HCl, fait connaître les chlorures fixes F.

» 3. *Dosage du chlore total* T. — On l'obtient en faisant la somme

$$H + C + F = T.$$

» Cette méthode présente plusieurs avantages :

» *a*. Elle n'exige qu'une seule incinération et partant est assez rapide.

» *b*. L'évaporation ayant lieu en milieu alcalin, on n'a pas à craindre de perte d'acide chlorhydrique, par suite de l'action des acides organiques ou des sels acides (phosphates acides) sur les chlorures du suc gastrique.

» *c*. Elle permet d'effectuer un dosage très complet avec une petite quantité de liquide; elle pourra, de ce fait, être avantageusement employée dans l'examen du liquide retiré à jeun de l'estomac, le volume filtré du liquide extrait à la sonde, dans ces conditions, variant entre 12^{cc} et 15^{cc}.

» Toutefois cette méthode ne fait pas connaître la quantité de HCl libre, mais seulement la valeur de (H + C).

» Pour déterminer l'acide chlorhydrique libre, lorsque les réactifs de Boas et de Gungsbourg en indiquent une quantité notable, nous procédons à un dosage acidimétrique, au moyen de la solution déci-normale de soude,

en déterminant la fin de la réaction au moyen du réactif phloroglucine-vanilline.

» Nous avons examiné comparativement de nombreux sucs gastriques, en employant concurremment la méthode d'Hayem et Winter et la méthode au carbonate de lithine.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus ; les chiffres sont rapportés à 100^{cc} de suc gastrique et exprimés en HCl.

Suc gastrique α.

	Méthode d'Hayem et Winter.		Méthode au carbonate de lithine.
	Volume filtré = 140^{cc}.		
	Acidité A = 0,274.		
Acide chlorhydrique libre.....	H = 0,036	0,211	H + C = 0,207
Acide chlorhydrique combiné..	C = 0,175		
Chlore fixe..................	F = 0,197		F = 0,211
Chlore total.................	T = 0,408		T = 0,418

» Absence d'acides lactique, acétique et butyrique.

Suc gastrique β.

	Méthode d'Hayem et Winter.		Méthode au carbonate de lithine
	Volume filtré = 100^{cc},		
	Acidité A = 0,427.		
Acide chlorhydrique libre.....	H = 0,167	0,351	H + C = 0,346
Acide chlorhydrique combiné..	C = 0,184		
Chlore fixe..................	F = 0,160		F = 0,157
Chlore total.................	T = 0,511		T = 0,503

» Absence d'acides organiques.

Suc gastrique γ.

	Méthode d'Hayem et Winter		Méthode au carbonate de lithine.
	Volume filtré = 175^{cc},		
	Acidité A = 0,320,		
Acide chlorhydrique libre.....	H = 0,073	0,307	H + C = 0,299
Acide chlorhydrique combiné..	C = 0,234		
Chlore fixe..................	F = 0,138		F = 0,147
Chlore total.................	T = 0,445		T = 0,446

» Absence d'acides organiques.

Suc gastrique Δ.

	Méthode d'Hayem et Winter.		Méthode au carbonate de lithine.
	Volume filtré $= 170^{cc}$,		
	Acidité $A = 0,180$,		
Acide chlorhydrique libre.....	$H = 0,045$	$\}$ 0,182	$H + C = 0,109$
Acide chlorhydrique combiné..	$C = 0,137$		
Chlore fixe..	$F = 0,131$		$F = 0,197$
Chlore total.................	$T = 0,313$		$T = 0,306$

» Présence d'une quantité notable d'*acide lactique*.

» Ces résultats sont sensiblement concordants, sauf pour le dernier ; on peut toutefois supposer, étant donnée la présence d'une assez grande quantité d'acide lactique, que pendant l'évaporation, sans addition de carbonate de soude, dans la méthode de Winter, il y a eu mise en liberté d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique des chlorures du suc gastrique, ce qui modifie les résultats.

» En résumé, cette méthode permet d'obtenir assez rapidement, et avec une approximation très suffisante pour les besoins de la clinique, des données rigoureusement comparables. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences ergographiques pour mesurer la puissance maximum d'un muscle en régime régulier*. Note de MM. **André Broca** et **Charles Richet**, présentée par M. Marey.

« Nous avons essayé de préciser, par des expériences faites sur nous-mêmes, dans quelles conditions un muscle donné peut effectuer, sans fatigue notable, un travail continu, régulier et maximum.

» Nos muscles peuvent travailler de deux manières différentes : ou bien ils donnent un effort considérable, qui les épuise en un temps très court; ou bien ils donnent un effort moindre, mais qui peut se maintenir en régime régulier pendant plusieurs heures. Le premier mode de travail, effort considérable suivi de fatigue, a été admirablement étudié par A. Mosso et ses élèves, Maggiora, Warren, Lombard et autres ; et des courbes graphiques très instructives ont été prises, qui permettent de suivre les conditions de la loi de décroissance des secousses, autrement dit les conditions de la fatigue.

» Mais, en régime régulier, les secousses musculaires n'éprouvent que de faibles variations, et les graphiques ne peuvent donner que des résultats imparfaits. Il faut alors, pour mieux préciser le travail effectué, employer un *collecteur de travail*, dont on lit les indications à des époques équidistantes déterminées au moyen d'un compte-secondes. Nous avons fait construire par M. Pellin un ergomètre, plus ou moins analogue au collecteur de travail de Fick.

» Un axe tournant en pointe entre deux vis portées par un bâti est muni à une de ses extrémités d'un rochet qui en est solidaire. Un doigt fixé au bâti ne permet à l'axe qu'un seul sens de rotation. Le poids est soulevé par une corde passant sur une poulie. Celle-ci est folle sur l'axe. Un doigt portant sur le rochet rend la poulie solidaire de l'axe pendant le soulèvement du poids. Un vélocimètre mû par des engrenages fait dix tours pour un de l'axe.

» Soit alors P le poids, r le rayon de la poulie, n le nombre de tours de l'axe, n' le nombre lu sur le vélocimètre, T le travail produit. Nous avons $T = P \times 2\pi rn$, $n = 0,1\, n'$, d'où $T = 0,2\pi rn' \times P$.

» Nous n'insistons pas sur divers détails de construction ; mais il importe d'indiquer exactement comment nous avons opéré.

» Nous avons étudié le travail produit par la flexion de l'index (de la main droite). La main est gantée, et la cordelette qui va actionner la poulie est fixée en un point bien déterminé au niveau de l'interligne articulaire de la phalangine et de la phalangette. Il est en effet de la plus haute importance que le point d'application de la force soit toujours au même endroit bien déterminé du levier osseux que va mouvoir le muscle (Chauveau). Pour limiter le travail aux fléchisseurs de l'index, le poignet est fixé, comme dans l'appareil de Mosso, ainsi que l'avant-bras.

» Deux mors maintiennent la main immobile en appuyant l'un sur la face dorsale, l'autre sur la face palmaire. Les doigts sont libres.

» Pour définir complètement les conditions du travail, il faut connaître la fréquence avec laquelle le muscle se contracte. Un métronome règle la fréquence des contractions. L'emploi de ces trois appareils, ergomètre, gant et métronome, nous a permis d'étudier le travail musculaire dans les conditions les plus variées en régime permanent.

» Ces expériences comportent une précision plus grande qu'on ne serait tenté tout d'abord de croire. En voici, entre autres, un exemple (poids de 750^{gr}).

Minutes.	Puissance en kilogrammètres par seconde.	Minutes.	Puissance en kilogrammètres par seconde.
Première......	0,105	Septième	0,043
Deuxième	0,036	Huitième	0,041
Troisième.....	0,043	Neuvième......	0,044
Quatrième.....	0,048	Dixième.......	0,0415
Cinquième	0,045	Onzième.......	0,0405
Sixième.......	0,042	Douzième......	0,0415

» On peut considérer de telles expériences comme satisfaisantes et autorisant une moyenne.

» Au début du travail, même en opérant avec des poids modérés (de 500^{gr} à 1200^{gr}), il se produit une crampe, ou contracture, qui rend d'abord le travail très pénible, et tend à le diminuer beaucoup. Mais, au bout d'un temps plus ou moins long suivant les expériences, comme s'il se faisait dans le muscle, par suite de la vaso-dilatation qui accompagne le travail (Chauveau), une restauration plus active, le travail redevient possible, et l'on peut travailler d'une manière régulière pendant une ou deux heures, voire même trois heures consécutives. La régulation s'obtient par le malaise lui-même et la fatigue. Nous nous efforcions de travailler en restant toujours à la limite qui sépare la fatigue avec impuissance de la fatigue avec conservation du travail. Cet état est assurément très pénible à soutenir, mais il est parfaitement défini : nous avons fait ainsi de très nombreuses expériences concordantes.

» Dans la présente Note nous insistons seulement sur trois phénomènes constamment observés :

» 1° Dans la première minute le travail est beaucoup plus considérable que dans les minutes suivantes, et les chiffres maxima sont obtenus ;

» 2° Après ce maximum on obtient, dans la minute ou les trois ou quatre minutes qui suivent, des chiffres minima, dus à la crampe ou contracture, qui compensent, et au delà, ce maximum de la première minute ;

» 3° Un régime régulier s'établit généralement, à partir de la cinquième, ou de la sixième, ou de la septième minute. *Mais ce régime régulier est caractérisé par une augmentation graduelle et lente,* due sans doute à l'entraînement, ou à une circulation plus active.

» Nous croyons devoir donner l'exemple suivant, qui montre bien ces trois phénomènes (le poids étant de 600^{gr}).

Minutes.	Puissance.	
Première	0,0660	
Deuxième	0,0302	
Troisième	0,0208	
Quatrième	0,0263	
Cinquième	0,0255	
Sixième	0,0310	
Septième	0,0343	
Huitième	0,0343	
Neuvième	0,0328	Moy. : 0,0336
Dixième	0,0336	
Onzième	0,0343	

Minutes.	Puissance.	
Vingt-cinquième	0,0390	
Vingt-sixième	0,0376	
Vingt-septième	0,0400	
Vingt-huitième	0,0400	Moy. : 0,04
Vingt-neuvième	0,0384	
Trentième	0,0415	
Quatre-vingt-sixième	0,0480	
Quatre-vingt-septième	0,0470	
Quatre-vingt-huitième	0,0480	Moy. : 0,048
Quatre-vingt-neuvième	0,0481	

» Dans une prochaine Note, nous nous proposons d'étudier l'influence de la fréquence et des poids sur la puissance musculaire.

» Nous conclurons pour aujourd'hui : 1° que le travail, s'il n'est pas exagéré, rend le muscle plus apte à un travail ultérieur ; 2° que le muscle n'acquiert sa puissance maxima utilisable en régime régulier que par un entraînement immédiat. »

BOTANIQUE. — *Le Champignon des Altises* (Sporotrichum globuliferum). Note de M. **Trabut**, présentée par M. L. Guignard.

« En 1892, j'adressais à M. Outin, Directeur de la Banque de l'Algérie à Tlemcen, des tubes contenant des cultures de *Sporotrichum globuliferum*. Cette Mucédinée provenait du laboratoire de M. le professeur Forbes, qui l'emploie avec succès, dans l'Illinois, pour combattre le *Chinch-bug* ou Punaise des blés d'Amérique. M. le professeur Giard m'avait fait l'envoi de ce parasite, en même temps qu'il m'adressait différents *Isaria*. Je me proposais d'utiliser ce Champignon à la destruction de nos vers blancs, car en Amérique on détruit avec son aide divers *Lachnostema* qui sont proches parents de nos Rhizotrogues.

» D'après M. Outin et aussi d'après M. Havard, à qui j'avais également remis des *Sporotrichum*, le résultat était évident ; les vers blancs avaient disparu des champs traités en 1893. L'année dernière, M. Havard m'informait que les Altises étaient détruites en grand chez lui et chez M. Soipteur, par un Champignon qui les atteignait dans les refuges pendant l'hiver. Des échantillons envoyés me permirent de reconnaître le *Sporotrichum*. M. Giard confirma ma détermination. Il devenait évident que ce Champignon s'était installé dans le pays et avait envahi les Altises.

» Il y a un an, je fis, à l'Institut Pasteur d'Alger, des cultures plus en grand et M. Stotz voulut bien se charger d'expérimenter, à Tipaza, en plaçant des fragments de cultures dans les abris de ses vignes ; aucun résultat apparent ne fut obtenu. Cependant M. Stotz, en abandonnant des Altises sous cloche avec leur ennemi, réussit à les faire périr par l'envahissement du parasite. Ce résultat était médiocre.

» Cette année, M. Stotz vient de trouver, dans une vigne en contrebas de la sienne, une grande quantité d'Altises mortes dans les abris, et recouvertes d'un duvet blanc caractéristique. Il me fut très facile de reconnaître le *Sporotrichum*, qui paraît, aussi à Tipaza, avoir pris position pour la destruction des Altises.

» La question des Altises ne me semble pas encore résolue pour cela, mais cette constatation m'encourage à continuer des essais en grand, cette année.

» Des cultures sont en train et une distribution importante pourra être faite sous peu, par l'Institut Pasteur d'Alger. Il ne faut pas compter combattre les Altises de 1898 par le *Sporotrichum;* mais on peut espérer que, placés dans les environs des vignes, les germes de ce Champignon se conserveront pour l'hiver prochain et contamineront les individus qui devront hiverner en 1898-99. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le sulfate anhydre de calcium produit par la déshydratation complète du gypse.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Cette Note préliminaire a pour but de montrer que, par la déshydratation *complète* du gypse, il se forme un sulfate de calcium cristallisé, différent de l'*anhydrite*.

» Quand on chauffe un cristal de gypse à une température supérieure à 80°C., on le voit devenir rapidement opaque, dès que la déshydratation commence. Si l'expérience est faite sur une lame de clivage très mince, il suffit d'immerger celle-ci dans de la benzine pour lui rendre sa transparence et constater la production d'une substance cristallisée, géométriquement orientée sur le cristal primitif. Il est préférable de ne pas entreprendre l'étude de ce produit sur des lames ainsi préparées qui ne peuvent être déshydratées que trop rapidement et dans lesquelles le minéral nouveau ne peut se développer que dans un plan. J'ai employé de préférence le procédé suivant : de gros cristaux ou fragments de cristaux de gypse (de l'argile plastique d'Auteuil ou des marnes ludiennes de Montmartre), un peu épais, ont été placés dans une étuve à huile et chauffés très lentement, de 125°C. à 145°C.; on s'est assuré que la déshydratation était complète, et des fragments ont été, en outre, chauffés jusqu'au rouge sombre, sans que le produit formé ait été détruit.

» Les cristaux ainsi traités peuvent être taillés aussi facilement que s'ils étaient intacts. L'examen en lumière polarisée parallèle a été fait sur des lames taillées suivant g^1 (010), h^1 (100) et perpendiculairement à l'axe vertical des cristaux de gypse.

» *Sections* g^1. — La plus grande partie des plages est constituée par de longues et

minces bandelettes, rappelant les macles polysynthétiques des plagioclases : leur allongement est parallèle à l'axe vertical du gypse, le signe de cet allongement est positif, l'extinction notablement oblique, la réfringence et la biréfringence un peu supérieures à celles du gypse. Ces bandelettes se forment d'abord sur la périphérie des lames et le long des clivages h^1 (100) et e^1 (011), qui s'ouvrent largement dès que le gypse est chauffé. En même temps que ces lames maclées, il se produit souvent (et parfois même exclusivement) des groupements en rosette à contours octogonaux irréguliers. Si l'on place ces rosettes entre les nicols croisés, de telle sorte que les sections principales de ceux-ci soient parallèles ou perpendiculaires à l'axe vertical du gypse, on voit apparaître quatre secteurs de 90°, réunis autour du centre ; les deux secteurs A ont pour bissectrice le clivage h^1 du gypse, la bissectrice des secteurs B est perpendiculaire à ce même clivage. Une rotation de quelques degrés décompose en deux chacun de ces secteurs, ceux qui sont opposés par le sommet ayant la même orientation optique. Les secteurs A sont constitués par des lames hémitropes, dans lesquelles il est facile de reconnaître les bandelettes indépendantes décrites plus haut ; les secteurs B sont constitués par des fibres moins rectilignes et généralement enchevêtrées ; leur allongement est également positif et leur biréfringence égale ou à peine supérieure à celle des précédentes.

» L'examen en lumière convergente ne donne aucune image convenable dans ces diverses catégories de bandelettes.

» *Sections* h^1 (100). — Les bandelettes indépendantes des sections précédentes sont vues en coupe longitudinale; elles montrent une macle parallèle à g^1 (010) : l'angle d'extinction, symétrique par rapport à la trace de g^1, atteint 20°; les sections des rosettes ont la forme de parallélogrammes très aigus, dont la grande diagonale coïncide avec l'axe vertical du gypse; les secteurs A offrent les mêmes propriétés que les bandelettes indépendantes; les secteurs B, coupés perpendiculairement à l'allongement de leurs fibres, sont presque entièrement monoréfringents, mais parsemés de fibrilles biréfringentes. En lumière convergente, on constate une croix noire plus ou moins oblique au plan de la lame avec dislocation le plus généralement faible et signe *positif*.

» *Sections perpendiculaires à l'axe vertical.* — Ces sections montrent les coupes transversales des secteurs A et les sections longitudinales des secteurs B : la macle g^1 (010) est visible dans ces dernières, avec extinction oblique de ses bandelettes ; on peut constater en outre que la macle vue dans g^1 (010) n'a pas h^1 (100) pour face d'accolement.

» De ce premier aperçu, qui sera complété prochainement, il résulte cette conclusion : la déshydratation du gypse donne naissance à un sulfate de calcium, dimorphe de l'*anhydrite* : il est probablement *triclinique* avec groupements intimes conduisant à un édifice de symétrie supérieure : sa réfringence, sa biréfringence sont très inférieures à celles de l'anhydrite.

» Je ne me suis préoccupé jusqu'ici que du produit de la déshydratation *complète* du gypse : j'ai observé, dans quelques expériences effectuées à partir d'une température inférieure à 125° et arrêtées avant la déshydratation totale du cristal étudié, de longues aiguilles, allongées suivant l'axe vertical du gypse et présentant des extinctions rigoureusement longitu-

dinales ; leur section est hexagonale, leur axe d'allongement correspond à un axe optique unique positif ou à une bissectrice avec axes optiques presque réunis. Ces cristaux sont-ils anhydres et constituent-ils une troisième forme de sulfate de calcium ou bien sont-ils constitués par l'hydrate $CaSO^4$, $0,5H^2O$ obtenu par voie humide par M. Le Chatelier? J'espère arriver à produire ce minéral seul et résoudre ainsi cette question : c'est surtout ce dernier produit qui se forme aux dépens du gypse pendant la préparation des lames minces destinées à l'étude microscopique du gypse normal. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Callovien de la Woëvre.* Note de M. René Nicklès, présentée par M. Michel Lévy.

« Le Callovien de la Woëvre, de Toul au département des Ardennes, a été jusqu'à présent l'objet d'études peu nombreuses par suite de l'aspect ingrat des affleurements, presque horizontaux, recouverts de limons remaniés, et ne présentant presque jamais ni tranchées ni excavations permettant d'en reconnaître la structure; par suite aussi de sa nature argileuse qui le rend inaccessible dans les périodes d'humidité.

» Les explorations, faites pour le Service de la Carte géologique de France sur la partie française de la feuille de Metz, m'ont conduit à reconnaître qu'il peut se diviser en plusieurs zones. Ce sont, de bas en haut :

» 1° La zone à *Cosmoceras gowerianum* Sow., qu'il est facile d'observer presque à la base, à Brainville-en-Woëvre. Avec cette forme si caractéristique on recueille aussi *Trigonia elongata* Sow. ([1]), *Trigonia scarburgensis* Lyc., ces deux formes en très grande abondance et en parfait état de conservation. *C. gowerianum* se trouve particulièrement dans un lit mince ferrugineux accompagné presque toujours de gypse, qui témoigne ainsi de l'origine pyriteuse de ce dépôt d'oxyde de fer. On trouve même parfois, à Dombras par exemple, des nodules pyriteux incomplètement oxydés, transformés à la surface seulement en oxyde de fer associé à du sulfate de chaux cristallisé. Ce niveau d'oxyde de fer, assez important par places, surtout vers le nord de la feuille, a été l'objet d'une exploitation assez active aux environs de Mangiennes-les-Mines. Son épaisseur est néanmoins toujours faible, eu égard à celle de l'argile qui l'englobe.

» Cette première zone présente, en effet, une épaisseur considérable

([1]) Wohlgemuth cite *Trigonia elongata* à Woël et *Amm. macrocephalus* à Mangiennes-les-Mines.

d'argiles, avec intercalation, vers le sommet (entre Buzy et Hennemont), de quelques bancs calcaires et ferrugineux renfermant, avec les mêmes Trigonies, *Cadoceras modiolare* Luid. et *Pleurotomaria Münsteri* Rœm. Toute cette zone est caractérisée par la constance des Trigonies qu'on y recueille en abondance.

» 2° La deuxième zone, exclusivement argileuse, paraît débuter à Hennemont par des argiles à *Serpula vertebralis* Sow., considérées jusqu'à présent comme oxfordiennes en Lorraine et que l'on retrouve un peu plus haut associées à *Stephanoceras coronatum* Brug., *Hecticoceras lunula* Ziet., *Cosmoceras Jason* Ziet., variété à grosses côtes.

» Cette seconde zone est facile à observer dans la tuilerie du haut et à la grande tuilerie de Braquis; on la voit aussi très nettement à la tuilerie de Pierreville (près Gincrey). Ces marnes renferment fréquemment de petits nodules calcaires faiblement phosphatés qui ont moulé les fossiles.

» 3° Au-dessus se développent des argiles correspondant probablement à la zone à *Cardioceras* mais où les fossiles semblent faire défaut; elles sont recouvertes par des couches de même nature avec *Gryphea dilatata* Sow., variété de petite taille. Ce dernier niveau paraît donc appartenir à l'Oxfordien, bien que la seule espèce fossile qui y ait été rencontrée (*G. dilatata*) ne soit pas absolument caractéristique de l'Oxfordien qu'on ne reconnaît nettement qu'un peu plus haut (couches à *C. cordatum*). Il règne donc encore un peu d'incertitude au sujet de la limite supérieure à assigner au Callovien, par suite de l'extrême rareté des fossiles dans ses niveaux supérieurs. Malgré cette limite douteuse, le Callovien paraît dans la Woëvre formé des divisions classiques reconnues dans un grand nombre de régions.

» Il n'est pas sans intérêt de remarquer le développement considérable des faciès argileux du Callovien dans cette région, et la réduction extraordinaire des bancs calcaires beaucoup plus développés aux environs de Poix (Ardennes) et de Neufchâteau (Vosges). Dans un très intéressant travail (¹), M. de Lapparent a fait remarquer que l'importance des calcaires à oolithes ferrugineuses du Callovien était en corrélation avec le voisinage des régions émergées : il semble que dans le développement des argiles calloviennes, dans la région comprise entre Toul et les Ardennes, on puisse voir un argument de plus en faveur de l'hypothèse de M. de Lapparent. La région à laquelle il est fait allusion correspond, en effet, au maximum d'éloignement entre les affleurements du Callovien et les régions émergées.

(¹) *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1896.

La partie centrale offre un maximum de développement argileux, alors que les bancs calcaires, qui y sont aussi réduits que possible, prennent de plus en plus d'importance, à mesure qu'on se rapproche des massifs émergés, l'Ardenne au nord et les Vosges au sud-est.

» Les mêmes conclusions semblent également pouvoir être appliquées au Bathonien supérieur qui, entièrement marneux dans la région de Conflans, devient de plus en plus calcaire quand on se dirige soit au nord, soit au sud. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la troisième ascension internationale des ballons-sondes*. Note de M. **Ed. Ptelling**, de l'observatoire de Saint-Pétersbourg, présentée par M. Bouquet de la Grye. (Extrait.)

« À Saint-Pétersbourg, le parc aéronautique du Ministère de la Guerre a lancé, le 12 et le 13 mai 1897, deux ballons : le *Kobtschik*, ne portant que des enregistreurs, et le *Général-Wannowkij*, monté par les lieutenants Jablotschkow et Boreskow [1].

» Le premier de ces ballons a traversé si rapidement les couches inférieures de l'atmosphère, que les courbes données par les instruments enregistreurs ne peuvent fournir que des valeurs approchées; mais ces résultats sont contrôlés par ceux qu'on a obtenus à bord du *Général-Wannowkij*, dont l'ascension a été lente et régulière.

» A l'aide des chiffres donnés directement par les officiers qui étaient à bord de ce dernier ballon on a pu former le Tableau suivant :

	Variations des		
Altitudes.	températures.	humidités absolues.	humidités relatives pour 100.
De 0 à 600^{m}....	+ 0,52	— 0,23	− 3,7
De 600 à 1100^{m}.	— 0,86	— 0,16	+ 1,4
De 1100 à 1600^{m}.	— 1,02	— 0,04	+ 4,0
De 1600 à 2100^{m}.	— 0,80	— 0,38	+ 0,8
De 2100 à 2600^{m}.	— 0,80	— 0,24	— 2,0

» En présence de ces variations, il est utile de noter les circonstances au milieu desquelles elles ont été produites.

(1) M. Jablotschkow est le fils du célèbre électricien russe; le général, père de M. Boreskow, a été Attaché militaire en France.

» Dans la matinée du 13 mai, jour de l'ascension du *Général-Wannowkij*, Saint-Pétersbourg se trouvait dans une zone de surpression barométrique, tandis qu'une dépression s'avançait venant de l'ouest.

» Le ballon, dans une partie de son ascension, s'est trouvé sous l'influence du cyclone de l'ouest, puis il a subi celle de l'anticyclone.

» Son pouvoir ascensionnel propre l'a porté tout d'abord à une hauteur de 100^m, puis jusqu'à 2800^m ; il ne s'est élevé que par suite d'un jet de lest. Le départ ayant eu lieu à 5^h30^m du matin, on avait compté sur la chaleur du Soleil pour favoriser l'ascension, mais un gros nuage l'a masqué jusqu'au moment de la descente où il s'est montré, et a maintenu l'aérostat pendant une demi-heure à une altitude de 280^m.

» La descente a eu lieu à 6^h45^m, près de Zeitlaks (gouvernement de Viborg).

» La vitesse moyenne avait été de 47^{km} par heure et la direction suivie du nord-nord-ouest.

» En ce qui concerne le ballon-sonde *Kobtschik*, on a pu, en corrigeant, au moyen des formules usuelles, les lectures faites sur les instruments enregistreurs, former le Tableau suivant :

12 mai. Heures.	Pression.	Hauteur en mètres.	Température observée.	Température corrigée.	Variation pour 100^m.
h m	mm		°	°	
11. 5 soir	763	0	15,0	15,0	»
11. 6	725	434	15,7	16,5	—0,27
11. 7	690	856	17,2	17,3	—0,14
11. 8	641	1483	16,0	15,0	—0,52
11. 9	600	2040	13,1	11,2	—0,74
11.10	568	2485	9,6	7,5	—0,71
11.11	533	3017	6,1	4,3	—0,56
11.12	492	3665	2,7	0,9	—0,62
11.13	462	4169	— 0,8	— 2,8	—0,65
11.14	431	4717	— 4,2	— 5,9	—0,55
11.15	396	5378	— 7,7	— 9,4	—0,58
11.20	275	8109	—34,3	—27,0	—0,73
11.25	191	10631	—43,3	—48,0	—0,93
11.26	178	11092	—50,0	—52,8	—0,98
11.30	149	12544	?	?	»
11.35	132	13023	?	?	»

» A partir de la pression de 142^{mm}, le style du thermomètre est sorti des limites du papier.

» On voit, dans ce Tableau, que la température est descendue avec une grande rapidité, à partir de 8000^m, s'écartant ainsi des chiffres donnés par M. Mendeleef dans les *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1094 et 1182.

» Comme conclusion, on doit souhaiter que l'étude des conditions des hautes régions de l'atmosphère soit faite au moyen de plusieurs ballons, dont l'un aurait pour but de s'élever aussi haut que possible, tandis qu'un second devrait s'arrêter à une hauteur comprise entre 6000^m et 10000^m; un troisième ballon monté ou un cerf-volant servirait à fournir des documents certains pour la partie de la couche d'air plus rapprochée du sol.

» On aurait ainsi tous les éléments nécessaires pour corriger les erreurs instrumentales provenant de la rapidité des ascensions. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JANVIER 1898.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société : MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Paris. Décembre 1897. N° 12; 1 vol. in 4°.

Revue de Mécanique. M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président du Comité de rédaction. Tome I. N° 12. Décembre 1897. Paris, Vicq-Dunod et Cie, 1 fasc. in-4°.

La Mathématique. Philosophie. Enseignement, par C.-A. LAISANT, Répétiteur à l'École Polytechnique. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°.

La goutte. Essai d'une nouvelle Psycho-Pathologie des épithéliums, par EUGÈNE PIAGGIO, Docteur en Médecine. Paris, H. Jouve, 1897; 1 vol. in-8°.

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences le 28 décembre 1874. Décembre 1897. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER, 20 : 3 et 4, 21. Paris, A. Hermann, 1897; 2 vol. in-4°. (Offerts par M. Hermite.)

Bulletin international quotidien du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. Mascart. 1897. Nos 329 à 348, in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin. Séances des 4 et 11 janvier 1898. Nos 1 et 2. Paris, Masson et Cie; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Janvier 1898. Paris, 1 fasc. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : Henri de Parville. 8 janvier 1898. Paris, Masson et Cie : 1 fasc. in-8°.

Annales de l'École Polytechnique de Delft. Tome VIII; 1897. 3e et 4e livraison. Leider, 1897; 1 fasc. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie. Rédigé par N. Krichtafovitch. Vol. II. livr. 6-7. Varsovie, 1897; 1 fasc. in-4°.

The Cape photographic durchmusterung for the equinox 1875, by David Gill and I.-C. Capoteyn; 1 vol. in 4°.

The collected mathematical papers of Arthur Cayley, S. D., F. R. S. Vol. XIII. Cambridge, 1897; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 janvier 1898.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXI, novembre et décembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 2 fasc. in-8°.

Les colonies animales et la formation des organismes, par Edmond Perrier, Membre de l'Institut, Professeur, Administrateur au Muséum d'Histoire naturelle. Deuxième édition. Paris, Masson et Cie; 1 vol. gr .in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut. Paris, Paul Klincksieck, 1889-1897; 9 vol. gr. in-8°. (Présentés par l'Auteur.)

Periplus, an essay on the early history of charts, and sailing-directions by A.-E. Nordenskiöld. Stockholm, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La mélancolie, par I. Roubinovitch, Chef de Clinique à la Faculté de Paris, et Edouard Toulouse, Médecin de l'Asile de Villejuif. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Le gypse de Paris et les minéraux qui l'accompagnent (première contribution à la minéralogie du bassin de Paris), par A. Lacroix. (Extrait des

Nouvelles Archives du Muséum, t. IX). Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome XIV, décembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bibliographie générale de l'Astronomie, par J.-C. Houzeau et A. Lancaster. Tome premier. Ouvrages imprimés et manuscrits: seconde Partie. Bruxelles, F. Hayez; 1889.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles. Annales météorologiques. Tomes III et IV. Bruxelles, F. Hayez, 1895; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 janvier 1898.)

Note de M. *A. Cornu*, Quelques résultats nouveaux, etc. :

Page 182, avant-dernière ligne, *au lieu de* diminuant, *lisez* augmentant.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note accompagnant la présentation de la Notice « Sur l'œuvre scientifique de H. Fizeau »*; par M. A. Cornu.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire de la *Notice sur l'œuvre scientifique de H. Fizeau*, que le Bureau des Longitudes a bien voulu insérer dans l'*Annuaire* pour 1898.

» Suivant une touchante tradition, chaque nouveau Confrère résume, dans une courte Notice présentée à l'Académie, les travaux de celui auquel il succède. C'est donc à M. Violle que devait incomber le soin de rappeler en quelques pages de nos *Comptes rendus* les titres de son illustre prédécesseur. Sur ma demande, notre Confrère M. Violle m'a gracieusement accordé de me substituer à lui : je l'en remercie vivement. Il a compris que les liens de reconnaissance et d'affection qui m'attachaient à M. Fizeau

justifiaient ce désir et me faisaient un devoir de rendre ce suprême hommage au vénéré Confrère que j'avais particulièrement connu et aimé.

» En me mettant à l'œuvre, je me suis aperçu que la tâche était plus difficile que je ne l'avais présumé : l'espace habituellement réservé aux Notices dans nos *Comptes rendus* m'a paru trop restreint pour donner une idée suffisante des travaux de notre illustre Confrère. J'ai pensé alors à choisir un Recueil permettant de plus amples développements, s'adressant à un public nombreux, varié et avide de connaître les conquêtes de la Science moderne : l'*Annuaire* que publie le Bureau des Longitudes (dont M. Fizeau était Membre depuis 1878) était naturellement indiqué.

» L'Académie, je n'en doute pas, excusera cette dérogation aux usages, en faveur du désir de répandre dans un cercle plus étendu le souvenir d'un Confrère qui a jeté sur la Science française un si vif éclat. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice.* Note de M. H. POINCARÉ.

« On peut développer la fonction perturbatrice, soit suivant les cosinus des multiples des anomalies moyennes, soit suivant ceux des anomalies excentriques. On obtient ainsi des développements de la forme suivante :

$$\frac{1}{\Delta} = \sum A_{mm'} e^{i(ml+m'l')} = \sum B_{mm'} e^{i(mu+m'u')}.$$

Dans cette formule Δ représente la distance des deux planètes, l et l' les anomalies moyennes, u et u' les anomalies excentriques.

» Posons

$$e^{iu} = x, \qquad e^{iu'} = y.$$

» On sait que les coefficients A peuvent être représentés par une intégrale double de la forme

$$A_{mm'} = \int\int \frac{Q e^{\Omega}\, dx\, dy}{x^{m+1} y^{m'+1} \sqrt{F}},$$

prise le long des deux circonférences

$$|x| = 1, \qquad |y| = 1.$$

» Q et F sont des polynomes en x, y, $\frac{1}{x}$ et $\frac{1}{y}$, et

$$\Omega = \frac{m \sin\varphi}{2}\left(x - \frac{1}{x}\right) + \frac{m' \sin\varphi'}{2}\left(y - \frac{1}{y}\right),$$

en désignant par $\sin\varphi$ et $\sin\varphi'$ les deux excentricités.

» Les coefficients B peuvent être représentés par une intégrale double de même forme, avec cette différence que Q se réduit à une constante et Ω à zéro, de sorte que l'exponentielle e^{Ω} disparaît.

» On peut se proposer de calculer la valeur approchée des coefficients A et B pour de grandes valeurs de m et de m'. Soit, par exemple,

$$m = an + b, \qquad m' = cn + d,$$

où a, b, c, d sont des entiers finis et donnés une fois pour toutes et où n est un entier très grand qu'on fera croître indéfiniment. On sait que le calcul approché des coefficients se ramène à l'étude des points singuliers d'une certaine fonction analytique que je vais mettre sous la forme que lui a donnée M. Féraud :

$$\Phi(z) = \sum A_{n,m}\, z^n,$$

où n varie de o à $+\infty$.

» Cette fonction est égale à l'intégrale double

$$\Phi(z) = \int\int \frac{Q\, e^{\Omega_1}\, dx\, dy}{\left(1 - \frac{z\, e^{\Omega_0}}{x^a y^c}\right) x^{-b} y^{-d} \sqrt{F}};$$

Ω_0 et Ω_1 sont des polynomes de même forme que Ω, mais où les entiers m et m' sont remplacés par a et c pour Ω_0, par b et d pour Ω_1.

» On peut former une fonction $\Phi(z)$ analogue relative aux coefficients B et au développement suivant les anomalies excentriques ; on trouve encore une intégrale de même forme, mais où Q doit être remplacé par une constante ; Ω_0 et Ω_1 par zéro, de sorte que les exponentielles disparaissent.

» L'étude analytique de cette fonction $\Phi(z)$ peut, en conséquence, présenter un certain intérêt ; voici les résultats auxquels je suis parvenu :

» Supposons d'abord les excentricités nulles ; ou bien encore supposons qu'il s'agisse du développement suivant les anomalies excentriques. Dans ces deux cas l'intégrale qui représente $\Phi(z)$ ne contient pas d'exponentielle.

» On trouve alors que $\Phi(z)$ satisfait à une équation différentielle linéaire

à second membre

$$\Delta \Phi(z) = P.$$

» Les coefficients du premier membre et le second membre P sont des polynomes entiers en z.

» Dans le cas général, où les exponentielles ne disparaissent pas, la fonction $\Phi(z)$ satisfait encore à une équation de même forme, mais les coefficients du premier membre et P ne sont plus des polynomes entiers en z ; ce sont des fonctions uniformes, mais transcendantes de z, n'ayant pour points singuliers que

$$z = 0, \qquad z = \infty.$$

» Revenons au cas où les excentricités sont nulles, ou bien à celui du développement suivant les anomalies excentriques, c'est-à-dire au cas où les exponentielles disparaissent; supposons les entiers a et c premiers entre eux et soient α et γ deux entiers tels que

$$\alpha c - a\gamma = 1.$$

» Posons

$$z = \frac{1}{t}, \qquad x^a y^c = \xi^{-1}, \qquad x^\alpha y^\gamma = \eta^{-1};$$

l'expression de $\Phi(z)$ deviendra

$$\Phi = \int\int \frac{Q_1 \, d\xi \, d\eta}{(\xi - t)\sqrt{F_1}}.$$

» L'intégrale doit être prise le long des deux circonférences

$$|\xi| = 1, \qquad |\eta| = 1,$$

et il s'agit d'étudier le développement de Φ suivant les puissances négatives de t.

» Les lettres Q_1 et F_1 désignent deux polynomes entiers en ξ et η. L'équation

$$F_1(\xi, \eta) = 0,$$

considérée comme équation en η, admettra un certain nombre de racines

$$\eta_1, \; \eta_2, \; \ldots, \; \eta_m.$$

Ces racines se répartiront en deux catégories : la première catégorie comprendra celles qui, quand on fait varier ξ d'une manière continue, de façon

que la valeur finale de ξ ait pour module 1, ont leur valeur finale de module plus petit que 1.

» Les points singuliers seront les valeurs de ξ pour lesquelles l'équation $F_1 = 0$ a deux racines égales.

» Le point singulier est admissible si son module est plus petit que 1 et si les deux racines de l'équation $F_1 = 0$ qui deviennent égales appartiennent à deux catégories différentes.

» Soit a celui des points singuliers admissibles dont le module est le plus grand.

» Alors le développement de Φ suivant les puissances négatives de t sera convergent à l'extérieur d'une circonférence de rayon $|a|$. En d'autres termes, la valeur approchée de $A_{mm'}$ sera du même ordre de grandeur que a^n.

» La discussion se trouve ainsi simplifiée.

» Des procédés analogues sont applicables au cas général où les exponentielles ne disparaissent pas. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observatoires météorologiques de l'océan Atlantique*. Note de **S. A. S. Albert Ier**, Prince de Monaco.

« En 1892 (1) je communiquais à l'Académie mon intention de provoquer l'établissement d'observatoires météorologiques sur divers points de l'océan Atlantique, pour faciliter la prévision des phénomènes qui intéressent l'Europe et pour augmenter le domaine scientifique.

» Voici les premiers résultats de mes efforts :

» Un savant portugais, le capitaine Chaves, chargé depuis trois années, par son gouvernement, de poursuivre la réalisation de mon plan en ce qui concerne les Açores, a déjà créé deux centres d'observations dans l'archipel : un dans l'est, sur l'île San Miguel, et un autre sur l'île Florès, dans l'ouest, à cent lieues plus loin.

» Celui de San Miguel, relié depuis 1893 avec l'Europe par un câble télégraphique, est en communication régulière avec certains observatoires du continent, et le nombre de ses instruments croît chaque année.

» Celui de Florès, établi seulement depuis six mois, est placé à quatre cents lieues du continent européen : c'est le poste avancé de la Météoro-

(1) *Comptes rendus*, 18 juillet 1892.

logie sur l'Atlantique et je lui attribue un rôle plus important qu'à l'observatoire de San Miguel. Mais il n'est point encore relié directement avec le monde extérieur, bien que la pose d'un câble entre Florès et l'Amérique paraisse imminente; et les communications avec d'autres îles de l'archipel n'ont lieu que tous les quinze jours, quand le temps est beau, car Florès ne possède aucun port.

» Le point choisi par le capitaine Chaves pour y établir l'observatoire est sur le cap do Albernaz, vers le nord-nord-ouest de l'île, où la construction d'un phare est également décidée. Son altitude est de 123^m, et il est ouvert à tous les vents : aucune montagne capable de changer leur direction véritable ne se trouvant à moins de 1500^m.

» Provisoirement le capitaine Chaves a installé un anémomètre sur une maison située à l'est de l'île, à 182^m d'altitude ; un barographe, des thermomètres et quelques autres instruments, dans une deuxième maison non loin de là, puis il a nommé directeur de cette nouvelle station météorologique M. Fernando de Mendouça.

» Sans aucun doute les observations combinées de Florès et de San Miguel permettront d'annoncer aux ports européens, avec une avance de cinquante heures, les dépressions menaçantes. Déjà la comparaison des courbes de quelques déplacements de centres cycloniques, calculées au Bureau météorologique de Washington, avec celles qui résultent des observations combinées de San Miguel et de Florès a permis au capitaine Chaves de rectifier dans une certaine mesure les premières.

» D'autre part les observatoires des Açores fourniront, quand ils posséderont tous les instruments nécessaires, des renseignements précieux sur le magnétisme terrestre, les mouvements sismiques et les poussières atmosphériques.

» Les tremblements de terre qui ont désolé en 1887 le Midi de l'Espagne avaient donné un premier avertissement aux Açores. »

M. **Mascart** fait remarquer, au sujet de cette Communication, que, depuis de longues années, les Commissions météorologiques internationales ont exprimé le vœu que des observatoires météorologiques permanents fussent installés sur différents points de la surface du globe : en particulier, les Açores et les Bermudes. La station des Açores présente le plus haut intérêt, parce que cette région est, pour ainsi dire, la clef des phénomènes observés en Europe, et que des données précises obtenues

presque au milieu de l'Atlantique permettront de dresser les Cartes avec plus d'exactitude qu'on ne le peut faire avec les observations recueillies un peu au hasard sur les navires. La Science est donc très reconnaissante à Mgr le Prince de Monaco d'avoir pris l'initiative de l'observatoire météorologique des Açores et d'avoir apporté à cette institution son concours efficace.

M. Mascart ajoute que, pour les études du Magnétisme terrestre, revenues en faveur, l'établissement d'un enregistreur de variations aux Açores fournirait aux observateurs les éléments nécessaires pour apporter, aux résultats obtenus dans des stations temporaires, les corrections qui correspondent aux perturbations accidentelles. Avec les enregistreurs d'Europe, des Açores, de Washington et de Toronto, l'Atlantique serait ainsi, pour ainsi dire, entouré par des instruments de contrôle et les observations isolées y gagneraient une valeur exceptionnelle.

Malheureusement, de même qu'à Washington, les tramways électriques passent à 700 pieds de l'observatoire, et l'établissement devrait être transporté à deux milles de distance pour que les troubles devinssent sans importance. Les savants des États-Unis gémissent de voir que les courants électriques industriels ont presque annulé les deux seuls enregistreurs magnétiques de l'Amérique du Nord; il est profondément regrettable que nous soyons exposés au même danger à l'observatoire du parc Saint-Maur, alors qu'une simple modification dans le mode d'exploitation des lignes de tramways suffirait pour protéger nos instruments d'une manière efficace.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu *Brioschi*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Cremona obtient. . . . . 45 suffrages,
M. Mittag-Leffler. 8

M. Cremona, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Fonction martiale du foie chez les Vertébrés et les Invertébrés*. Note de M. **Dastre** [1].

« L'étude (faite en commun avec M. Floresco) dont je résume ici les résultats établit que le foie des animaux remplit une fonction spéciale relativement au fer de l'organisme. C'est ce que j'appelle la *fonction martiale* du foie. Elle est universelle, c'est-à-dire qu'elle existe aussi bien chez les Vertébrés que chez les Invertébrés, partout où se rencontre un organe (cœcums hépatiques, hépato-pancréas) pouvant être assimilé au foie.

» I. *Invertébrés*. — Si l'on veut bien comprendre la signification des faits, c'est par les Invertébrés qu'il faut commencer. Nous avons analysé, M. Floresco et moi, le foie et les différents organes d'un grand nombre de mollusques et de crustacés, au point de vue du fer qu'ils contiennent. Des analyses de ce genre n'avaient jamais été faites, et j'ajoute qu'elles n'étaient pas possibles avant que M. L. Lapicque, actuellement attaché à mon laboratoire de la Sorbonne, en eût donné les moyens. Ce savant a fait connaître un procédé fondé sur la colorimétrie du sulfocyanate ferrique, procédé très bien adapté aux recherches biologiques à cause de sa rapidité, de sa commodité et surtout à cause des faibles quantités de matière qu'il exige et dont ne s'accommoderaient pas les méthodes par pesée ou les méthodes volumétriques ordinaires. La précision et l'exactitude des déterminations ne laisse rien à désirer si l'on observe les précautions convenables.

» A. Le premier résultat, c'est que le foie fixe des quantités de fer considérables par rapport à toutes les autres parties de l'organisme. Il est l'organe ferrugineux par excellence. Chez les Crustacés et les Mollusques que nous avons examinés, l'organe hépatique contient des quantités de fer de 4 à 25 fois plus considérables que le reste du corps.

» 1° Chez les Crustacés (homard, langouste, écrevisse) le foie est riche en fer et il est le seul organe dans cette condition.

» Par exemple, chez un homard, le foie contenait $0^{mg},12$ pour 1^{gr} de tissu sec. Le sang (hémolymphe) n'en présentait pas sensiblement; l'ovaire, pas davantage. Le tissu le plus riche après le foie est le muscle; il contient $0^{mg},03$ de fer par gramme de tissu sec, c'est-à-dire encore 4 fois moins que le tissu hépatique.

---

[1] Cette Note avait été lue dans la séance du 24 janvier.

» 2° Chez les Mollusques céphalopodes (poulpe vulgaire, seiche, calmar) l'organe hépatique (hépato-pancréas) est riche en fer. Il contient 25 fois plus de fer, à poids égal, que le reste du corps.

» Par exemple, chez des poulpes d'origines diverses (Paimpol, Arcachon) nous avons trouvé $0^{mg},52$ de fer pour 1^{gr} de tissu sec ou $0^{mg},12$ pour 1^{gr} de tissu frais; pour l'ensemble des autres tissus on trouve $0^{mg},02$ par gramme de poids sec.

» 3° Chez les Lamellibranches (huîtres, coquilles Saint-Jacques, moules), l'état de choses est analogue. Le foie contient constamment du fer. Chez les huîtres il en contient cinq à six fois plus à poids égal et à l'état sec que le reste du corps; quatre à cinq fois plus chez les pectens; cinq fois chez les moules.

» Par exemple, chez les huîtres portugaises, on trouve : teneur en fer pour 1^{gr} de foie sec, 0,110; avec les tissus secs, 0,018.

» 4° Chez les Gastéropodes (escargots, buccins, etc.), pas d'autre organe réellement riche en fer que le foie. La quantité de fer du foie est environ cinq à six fois plus considérable que celle du corps à poids égal.

» B. *Seconde conclusion.* — Cette faculté de fixation élective que le foie possède pour le fer est spéciale à ce métal. Il ne la possède pas pour le cuivre. Le sang de beaucoup d'Invertébrés, Mollusques et Crustacés, est riche en cuivre (hémocyanine); le tissu hépatique n'en contient pas sensiblement.

» Ainsi, le foie se distingue des autres organes au point de vue du fer, et le fer se distingue des autres métaux au point de vue du foie. Le métal du foie est indépendant du pigment métallique du sang.

» C. La troisième conclusion générale de notre étude, c'est que la quantité de fer du foie varie entre des limites peu étendues, pour une même espèce dans les mêmes conditions physiologiques; beaucoup moins, en tous cas, que chez les Vertébrés.

» Cette provision de fer, sensiblement constante, n'est pourtant pas immobile. Elle se dépense et se renouvelle. Le fer hépatique passe dans la sécrétion du foie. Nous avons recueilli facilement chez l'escargot en hibernation, la sécrétion hépatique pure et nous l'avons analysée. Elle contient une forte proportion de fer.

» Nous avons trouvé en moyenne $0^{mg},45$ de fer pour 1^{gr} de sécrétion à l'état sec; la poudre de foie à l'état sec contenait $0^{mg},15$, c'est-à-dire trois fois moins.

» Ajoutons que la proportion de fer du foie ne suit pas les varia-

tions de la richesse en fer du milieu ambiant, ou de l'alimentation. Au contraire, elle paraît dépendre des conditions physiologiques, telles que les périodes d'activité vitale et d'accroissement.

» La conséquence la plus générale de ces faits, c'est de justifier l'existence d'une *fonction physiologique du fer hépatique*, puisque la présence et l'abondance de ce métal dans le foie ne résultent pas de son existence banale dans le milieu extérieur ou dans le milieu alimentaire, et que le fer, au lieu d'être un élément fixé accidentellement dans le foie, y est au contraire un élément sélectionné, mobile et mesuré.

» II. *Vertébrés*. — Chez les Mammifères, la question du fer a donné lieu à un nombre considérable de recherches.

» Il n'y a plus ici, comme tout à l'heure, un seul organe ferrugineux, le foie. Il y en a trois, le sang, la rate, le foie. Le sang est de beaucoup le plus riche ($0^{mg},5$ pour 1^{gr} de sang frais chez le chien); la rate, chez l'adulte, vient en seconde ligne (chiffre variable, $0^{mg},30$ en moyenne); le foie n'arrive qu'au troisième rang ($0^{mg},15$ pour 1^{gr} de poids frais).

» Aussi, le fer du foie a-t-il été subordonné, dans l'opinion commune, au fer du sang. La doctrine régnante est que le fer existe chez les Vertébrés *pour le sang* et *par le sang*. On enseigne, en particulier, qu'il se produit dans le foie une destruction des globules (hématolyse), ou mieux encore une destruction de leur matière rouge (hémoglobine), dont le fer se dépose sur place, tandis que le reste de la matière colorante passe dans la bile et lui donne sa couleur. Le dépôt de fer hépatique est d'ailleurs une réserve où l'organisme semble puiser pour constituer le fer circulant ou le reconstituer. Les faits connus ne permettent guère de douter que le *fer hépatique* ne soit lié à l'évolution du sang, c'est-à-dire au *fer sanguin*, ou en d'autres termes que le foie n'ait une *fonction hématique*, ou encore que le *fer hépatique* ne soit du *fer hématique*, au moins en partie.

» Les faits précédents, ni aucun autre, ne signifient pas que tout le fer du foie vienne du fer du pigment sanguin. L'exemple des Invertébrés nous enseigne manifestement le contraire, puisque, chez eux, le fer hépatique existe sans qu'il y ait de fer sanguin pigmentaire. En principe, l'universalité du fer hépatique lui assigne une raison d'être universelle, la même certainement chez les Vertébrés que chez les Invertébrés. En fait, l'analyse attentive du petit nombre de résultats connus manifeste les traits communs aux deux divisions du règne animal : même indépendance, quant au fer, des contingences extérieures et des hasards de l'alimentation; même subordination aux conditions physiologiques, croissance, périodes d'ac-

tivité; les résultats nouveaux que nous communiquerons prochainement sur les pigments du foie et leurs analogies chez les Vertébrés et les Invertébrés achèvent de découvrir, sous la *fonction hématique du foie* spéciale aux Vertébrés, la *fonction martiale* commune à tous les animaux. Nous sommes donc autorisés à conclure à l'existence générale de cette fonction : il nous restera à faire connaître l'idée que l'on doit s'en former. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Mesnager** adresse, par l'entremise de M. Cornu, une Note intitulée : « Déformation des métaux; essai d'une théorie ».

(Commissaires : MM. Cornu, Maurice Lévy, Sarrau.)

M. **F.-J. Pillet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné de figures et intitulé : « Étude de la vision pour la sensation de la forme, du relief, du mouvement, de la couleur. Ses conséquences pour l'Art de l'ingénieur ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Michel Lévy.)

M. **Ad. Challe** adresse un projet destiné à éviter les abordages en mer, par temps brumeux.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome II des « Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes; par M. *E. Goursat* ». (Présenté par M. G. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de d'Arrest, faites à l'observatoire de Rio de Janeiro avec l'équatorial de* $0^m,25$; par M. **L. Cruls**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1897.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Juillet 1......	*a* Paris, 2781	8	+0.25,75	+10.43,4	10:10
3......	*b* Weisse$_1$, 149	8 ½	+2.23,80	+11.41,3	4: 4
9......	*c* Paris, 3205	7	+1.23,08	+10.13,8	6: 6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juillet 1...	*a*	2. 9. 7,22	+ 1,90	+ 6.10.11,8	+14,4	Cat. Paris.
3...	*b*	2.12.50,98	+ 1,96	+ 6.13.43,9	+14,7	Cat. Weisse$_1$.
9...	*c*	2.30.25,75	+ 2,10	+ 6.23.39,6	+17,1	Cat. Paris.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1897.	Temps moyen de Rio.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 1.....	16.22.43	2. 9.34,87	$9,596_n$	+6.21. 9,6	$0,604_n$
3.....	16.43.12	2.15.16,74	$9,550_n$	+6.25.39,9	$0,612_n$
9.....	16.38.20	2.31.50,93	$9,545_n$	+6.34.10,5	$0,614_n$

Remarques. — Juillet 1 : la comète apparaît comme une nébulosité de forme circulaire de 3′ de diamètre, sans noyau bien défini. Juillet 3 : faible éclat, observation difficile. Juillet 9 : même apparence. Noyau central 11ᵉ grandeur. Visibilité difficile.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques photographies de nébuleuses obtenues à l'observatoire de Meudon.* Note de M. **A. Rabourdin**, présentée par M. J. Janssen.

« M. Janssen ayant bien voulu nous autoriser à faire usage du grand télescope de Meudon dès le mois de mai 1897, j'ai l'honneur de présenter

à l'Académie un certain nombre de photographies de nébuleuses, obtenues avec cet instrument.

» Ces quelques clichés : nébuleuse annulaire de la Lyre, nébuleuse en spirale des Chiens de Chasse, nébuleuse planétaire du Verseau, nébuleuse Dumb-bell du Petit Renard, grande nébuleuse d'Andromède, nébuleuse du Triangle et région des Pléiades, démontrent d'abord la perfection de ce télescope à court foyer (¹) et le grand avantage qu'il présente en permettant d'avoir des documents photographiques absolument nouveaux, tout en restant bien en deçà des temps de pose exigés jusqu'à présent par les instruments employés à ces sortes de recherches....

» Bien que le mauvais temps persistant de l'année 1897 m'ait considérablement gêné, j'ai pu faire quelques remarques nouvelles.

» Pour la nébuleuse de la Lyre, par exemple, je présente à l'Académie trois photographies (agrandies vingt-cinq fois), avec vingt minutes, trente-cinq minutes et cinquante-trois minutes de pose (²).

» La première (de vingt minutes) donne une image d'intensité égale à celle que j'avais obtenue au mois d'août 1890 à l'observatoire d'Alger, avec six heures de pose (³). La dernière (de cinquante-trois minutes) est supérieure à celle que vient d'exécuter l'observatoire de Tachkent avec vingt-quatre heures de pose (⁴).

» Ces trois clichés différents montrent avec évidence que, pour cette nébuleuse annulaire, l'intensité de la nébulosité croît à l'intérieur avec le temps de pose, tandis que le diamètre total en augmente fort peu. Il en résulte, en fin de compte, une nébuleuse elliptique et non annulaire, comme le ferait croire la première épreuve. Ces clichés font voir, de plus, une étoile très marquée au centre, visible d'ailleurs à l'œil dans le télescope, mais que ni le dessin d'Herschel, en 1833, ni celui de Lord Rosse, en 1844, pas plus que celui de Trouvelot, en 1873, n'indiquaient. Cette remarque tendrait à faire admettre l'hypothèse d'un changement assez récent.

» On peut encore constater un maximum de condensation à la périphérie dans le prolongement du petit axe de l'ellipse, tandis qu'il se trouve un maximum aux extrémités du grand axe.

» Je pense qu'une plus longue durée d'exposition n'apprendrait plus rien ici.

» Si nous prenons, maintenant, les trois épreuves de la nébuleuse du Petit Renard, Dumb-bell (agrandissement dix fois; pose : une heure, une heure douze minutes et

(¹) Le miroir taillé par MM. Henry frères a 1^{m} de diamètre et seulement 3^{m} de distance focale.

(²) La dernière de ces épreuves devait avoir une pose d'une heure, mais elle a dû être interrompue, le ciel s'étant couvert. Il en est de même de plusieurs autres, qui ont été faites en profitant d'une courte éclaircie.

(³) Instrument de la Carte du Ciel.

(⁴) Instrument de la Carte du Ciel.

deux heures), on voit que cette nébuleuse, de forme si bizarre lorsqu'on la regarde dans un instrument, se révèle ici comme une nébuleuse elliptique. Elle possède aussi une étoile au centre, comme la nébuleuse de la Lyre, mais invisible sur ces épreuves. Là ne se borne pas d'ailleurs la ressemblance entre ces deux objets, Dumb-bell a de même un maximum de condensation aux deux extrémités du petit axe de l'ellipse, et de même encore un minimum sur le prolongement du grand axe. Ce qui fait que ces deux nébuleuses, si dissemblables lorsqu'on les regarde même dans un puissant télescope, présentent au contraire de très curieuses analogies. Cela permet, quant à la forme du moins, de les classer dans une même catégorie.

» La nébuleuse planétaire du Verseau (pose cinquante minutes, agrandie dix fois) est très intéressante à cause de ses deux protubérances diamétralement opposées et qui ont fait supposer que le globe central est entouré d'une sorte de renflement, analogue à l'anneau de Saturne. Mais on n'obtient ici aucun détail intérieur ([1]).

» Comme nébuleuses en spirales, nous avons :

» La nébuleuse des Chiens de Chasse (pose une heure, agrandissement dix fois), qui ne nous apprend rien de nouveau, mais nous renseigne cependant sur ce qu'on peut obtenir en si peu de temps avec un instrument aussi puissant.

» La nébuleuse d'Andromède (pose une heure, agrandissement deux fois). C'est une véritable nébuleuse en spirale : cela se voit bien mieux sur l'épreuve originale. La petite nébuleuse qui est au centre a été cataloguée à part; elle ne fait cependant qu'un tout avec la grande et la complète comme une condensation de l'une des spires, au même titre que celles que l'on voit dans la nébuleuse des Chiens de Chasse. Cette nébuleuse est très étendue; il est malheureusement impossible d'avoir la région complète sur une seule de nos plaques.

» En comparant ces deux derniers clichés avec ceux, très remarquables d'ailleurs, qu'en a donnés M. Isaac Roberts, on constate que les mêmes résultats ont été obtenus, mais avec des durées d'exposition de quatre heures, soit quatre fois plus de temps qu'à Meudon. Cela fait espérer des renseignements beaucoup plus complets, quand on pourra reprendre ces nébuleuses avec une durée de pose de deux heures.

» La nébuleuse du Triangle (pose deux heures, agrandissement deux fois) est une très belle nébuleuse en spirale; malheureusement le papier est loin de rendre tous les détails du premier négatif. Lord Rosse l'avait vue en spirale, mais n'en avait pas fait de dessin, croyons-nous. Du reste, elle est difficile à voir et très mal définie à l'œil.

» Enfin, voici une partie de la région des Pléiades, avec Alcyone au centre (une heure de pose, agrandissement deux fois). La Photographie, qui avait permis à MM. Henry de découvrir ici des nébuleuses absolument invisibles dans le télescope, vient encore enrichir cette contrée céleste de deux autres nouvelles nébuleuses qui entourent Atlas et Pléione.

([1]) D'après d'autres essais, que j'ai faits sur des nébuleuses planétaires, il semble que, en raison de la grande intensité lumineuse de ces objets, il vaudrait mieux les laisser aux instruments à long foyer et même employer un oculaire d'agrandissement. Il serait peut-être possible alors de trouver des détails intérieurs que je n'ai pu avoir avec un télescope à court foyer.

» Mais ce qui est digne de remarque, dans ce cliché, ce sont de longues traînées de matière nébuleuse qui relient en ligne droite certaines étoiles entre elles en passant par leur centre. Quelques-unes de ces lignes étaient déjà bien définies sur la Carte des Pléiades, publiée dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* et due aux belles recherches de MM. Henry; entre autres, celle qui passe au-dessus d'Alcyone et s'éloigne de Maïa vers la gauche. On trouve maintenant qu'il en existe une deuxième, à peu près parallèle et un peu plus au-dessus. Puis, dans la région comprise entre Alcyone, Mérope et Maïa, c'est un enchevêtrement de longues aiguilles qui viennent se fondre par leurs extrémités dans les masses plus importantes de matière nébuleuse qui entourent les principales étoiles.

» En résumé, si l'on considère les résultats obtenus avec la Lyre, Dumbbell et les Pléiades, on peut supposer, dès à présent, que, dans la majorité des cas, une durée d'exposition de deux heures sera plus que suffisante pour enregistrer avec succès les dernières traces qui font partie de la constitution des nébuleuses. Ces durées d'exposition ne donneront plus, en effet, que de grandes taches blanches, sans détails intérieurs, mais intéressantes cependant, parce qu'elles indiqueront l'étendue et la forme extérieure. Du moment que la tache ne s'étendra plus davantage en augmentant la durée d'exposition, on sera en droit de se croire en possession de l'aspect complet de la nébuleuse. C'est ce résultat qui, très vraisemblablement, pourra être atteint avec des poses voisines de deux heures.

» Il me resterait encore à parler d'une série de clichés d'amas d'étoiles, faits concurremment avec les nébuleuses. Le temps m'ayant manqué pour en exécuter tous les agrandissements, ces documents feront l'objet d'une autre Communication. »

Remarques sur la précédente Communication et sur la méthode propre à donner des Nébuleuses des images comparables; par M. **J. Janssen.**

« Le succès obtenu en 1871 avec un télescope à très court foyer, qui m'avait permis de reconnaître la véritable nature de la couronne, comme enveloppe gazeuse entourant le globe solaire, me fit penser à en faire construire un du même genre et plus puissant pour l'observatoire de Meudon. Ce sont MM. Henry frères et Gautier qui le construisirent.

» Ce télescope a 1^m d'ouverture et 3^m de distance focale. En raison de son foyer si court, la construction du miroir présentait de très grandes difficultés, que MM. Henry ont très habilement surmontées.

» Ce télescope est précieux pour l'étude oculaire ou photographique des objets célestes très peu lumineux, spécialement pour les nébuleuses.

» Aussi quand M. Rabourdin, anciennement attaché à l'observatoire d'Alger, est venu me demander de faire de la photographie à Meudon, l'ai-je vivement engagé à aborder la photographie des nébuleuses avec cet instrument. On voit de quel succès les efforts, très habiles, du reste, de M. Rabourdin ont été couronnés.

» Les temps de pose, relativement si courts, qui ont suffi pour obtenir avec ce télescope des photographies de nébuleuses qui ont exigé avant nous des poses de quatre à dix fois plus considérables ont montré sa grande puissance lumineuse, circonstance bien précieuse quand il s'agit de très faibles nébuleuses.

» La découverte de deux nébuleuses dans les Pléiades, que signale M. Rabourdin, est très intéressante et montre tout le parti qu'on pourra tirer de l'instrument.

» Je viens maintenant à la méthode que j'ai proposée en 1881 (1).

» On voit, par les épreuves photographiques que je viens de présenter à l'Académie, combien le temps de pose influe sur l'aspect et la constitution de ces images. On comprend que s'il s'agit d'images obtenues avec des instruments différents, à des intervalles très éloignés, etc., les différences pourront être encore plus considérables. Il est donc indispensable dès maintenant, si nous voulons léguer à l'avenir des documents comparables, de faire ces photographies dans des conditions définies et qui permettront ces comparaisons.

» A cet effet, j'ai proposé l'emploi des *cercles stellaires*, c'est-à-dire le cercle qu'on obtient avec une étoile lorsque la plaque photographique est placée hors du foyer de l'instrument.

» Il faut bien remarquer que, comme le degré d'opacité de ces cercles stellaires est influencé, non seulement par le temps de l'action de la lumière, mais par toutes les autres circonstances de sensibilité des plaques de transparence photographique de l'atmosphère, etc., ils peuvent être considérés comme une résultante de tous ces facteurs et constituent le témoin que nous cherchons. Si donc une photographie de nébuleuse est accompagnée de deux ou trois de ces cercles, obtenus avec des étoiles voisines et dans les mêmes conditions de pose qu'elle, ils per-

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 février 1881.

mettront aux observateurs de l'avenir de se placer dans des conditions, non pas semblables pour chacune d'elles, mais équivalentes dans leur résultat final, ce qui est le but cherché.

» Dans cette méthode, l'observateur qui voudrait obtenir une photographie d'un objet céleste susceptible d'être comparée, commencerait d'abord par chercher à déterminer le temps qui a servi à obtenir les cercles dont le temps de pose a été le même que celui de la photographie; ce temps obtenu serait précisément celui qui devrait être donné à l'image de l'objet céleste en question.

» Je ne fais ici que rappeler le principe de la méthode, sur laquelle il y aura à revenir au moment des applications que nous comptons en faire dès que cela sera possible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions analytiques pour les valeurs réelles des variables.* Note de M. **Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Soit $F(x)$ une fonction *analytique* de la variable *réelle* x, fonction que je suppose *holomorphe* pour toutes les valeurs de x comprises entre a et b $(a < b)$, a pouvant être égal à $-\infty$ et b à $+\infty$. D'après un théorème de M. Weierstrass, une telle fonction peut toujours être représentée entre a et b par une série convergente de polynomes. Mais la question que je me pose ici est la suivante :

» Soit x_0 une valeur de x comprise entre a et b, et F_0, F'_0, F''_0, ... les valeurs (pour $x = x_0$) de F et de ses dérivées successives. *Connaissant* F_0, F'_0, F''_0, ..., *peut-on former une série de polynomes* $\Sigma P_n(x)$ *qui : 1° converge absolument et soit égale à* $F(x)$ *dans l'intervalle* (¹) *ab, et 2° converge uniformément dans tout intervalle* $\alpha\beta$ *compris entre a et b, ainsi que toutes les séries* $\Sigma P'_n(x)$, $\Sigma P''_n(x)$, ..., *obtenues en dérivant la première terme à terme?*

» Quand les conditions précédentes sont remplies, les séries $\Sigma P'_n(x)$, $\Sigma P''_n(x)$, ... convergent (entre a et b) vers $F'(x)$, $F''(x)$, ... Je conviens de dire, dans ce qui suit, qu'une série telle que la précédente $\Sigma P_n(x)$ converge uniformément vers $F(x)$ entre a et b et est dérivable indéfiniment terme à terme.

» La réponse à la question posée est affirmative. D'une façon précise,

(¹) Les extrémités a, b sont naturellement exceptées.

soient z la variable complexe et x une valeur réelle quelconque de z, comprise entre a et b. On peut, de x comme centre, décrire un cercle γ de rayon $\rho(x)$ assez petit pour que la fonction $F(z)$ soit holomorphe à l'intérieur et sur la circonférence de γ; $|F|$ reste alors inférieur dans γ à une certaine quantité positive $M(x)$. Observons que $\rho(x)$ et $\frac{1}{M(x)}$ peuvent tendre vers zéro quand x tend vers a ou b. Le théorème que je démontre s'énonce ainsi :

» Théorème. — *Connaissant a, b, x_0 $(a < x_0 < b)$ et les quantités $\rho(x)$, $M(x)$ (pour x compris entre a et b), on peut calculer une suite de polynomes*

$$\Pi_n^0(x),\quad \Pi_n^1(x),\quad \ldots,\quad \Pi_n^n(x) \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

tels que la série

$$(1)\qquad \sum_{n=1}^{n=\infty} \left[F_0 \Pi_n^0(x) + F'_0 \Pi_n^1(x) + \ldots + F_0^{(n)} \Pi_n^n(x)\right] = \sum P_n(x)$$

converge absolument et uniformément vers $F(x)$ *entre a et b, et soit dérivable terme à terme indéfiniment :* $F(z)$ désigne une fonction *quelconque*, holomorphe et de module inférieur à $M(x)$ dans chaque cercle γ de centre x et de rayon $\rho(x)$.

» De plus, étant donné un segment quelconque $\alpha\beta$ entre a et b, et une quantité positive ε aussi petite qu'on veut, on sait $\left[\text{connaissant } \rho(x) \text{ et } \frac{1}{M(x)}\right]$ former explicitement une quantité $\nu(\alpha, \beta, \varepsilon)$, telle que, pour $n > \nu$, on ait

$$|R_n(x)| < \varepsilon, \qquad (\text{si } \alpha < x < \beta),$$

R_n désignant le reste de la série (1).

» Pour démontrer le théorème énoncé, je m'appuie sur un lemme, cas particulier d'un théorème déjà établi dans ma Thèse :

» Lemme. — *Si la fonction* $F(z)$ *est holomorphe dans l'aire* D *d'une ellipse* E, *et si z_0 est un point de* D, $F(z)$ *est développable dans* D *en une série de polynomes* [1]

$$(2)\quad F(z) = \sum P_n(z) = \sum \left[F^0 \Pi_{n,0}(z) + F'_0 \Pi_{n,1}(z) + \ldots + F_0^{(n)} \Pi_{n,n}(z)\right],$$

où les $\Pi_{n,j}(z)$ sont les polynomes connus.

---

[1] J'insiste sur le caractère essentiel du développement (2). Les polynomes de Legendre, comme il est bien connu, fournissent un moyen de développer $F(z)$ dans E

» Soit maintenant E_q une ellipse dont le grand axe est un segment $\alpha_q\beta_q$ de l'axe réel compris entre a et b, ellipse assez aplatie pour que $F(z)$ soit holomorphe dans E_q et sur E_q. En considérant une suite d'ellipses $E_1, E_2, \ldots E_q, \ldots$, telles que α_q tende vers a et β_q vers b quand l'entier q croît indéfiniment, on parvient aisément au théorème énoncé [1].

» En particulier, *si* $F(x)$ *est holomorphe pour toutes les valeurs réelles de* x, *elle est développable en une série* (1) *tout le long de l'axe* Ox. Observons que si $F(z)$ est holomorphe dans une *bande* B comprise entre deux parallèles à l'axe Ox, M. Poincaré a indiqué des modes de développements de $F(z)$ convergeant sur Ox et n'exigeant que la connaissance de $F_0, F'_0, \ldots$. Mais $F(z)$ peut être holomorphe pour z réel, sans être holomorphe dans une bande B, si mince qu'elle soit.

» Des développements tels que (1) sont utiles dans la théorie des équations différentielles. Pour le faire comprendre sur un exemple très simple proposons-nous d'étudier (*pour x réel*) les fonctions $y(x)$ définies par l'équation différentielle

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y), \tag{3}$$

où f est une fonction analytique de x, y, holomorphe et réelle pour x, y réels, et telle que $\left|\frac{f}{y}\right|$ reste inférieur à une quantité fixe μ. On montre que toute intégrale $y(x)$ de (3) est holomorphe pour x réel, et si l'on se donne pour $x = x_0$ la valeur $y = y_0$ de y, on sait calculer explicitement les quantités appelées plus haut $\rho(x)$ et $M(x)$, et par suite effectuer le développement (1) à l'aide de simples différentiations.

» *Fonctions de m variables*. — Les propositions précédentes s'étendent aux fonctions de m variables : soit $F(x_1, \ldots, x_m)$ une fonction analytique,

en série de polynomes. En 1879, M. Picard a indiqué pour l'aire d'une ellipse un autre mode de développement très élégant en série de polynomes. Mais ces deux développements exigent qu'on connaisse les valeurs de $F(z)$ (ou au moins de sa partie réelle) sur la périphérie de l'ellipse. Le développement (2) suppose, au contraire, qu'on connaît, pour $z = z_0$, les valeurs $F_0, F'_0, \ldots$.

(1) On peut substituer aux aires elliptiques d'autres aires convexes, par exemple substituer à E_q l'aire A_q intérieure à deux cercles de grand rayon. La remarque faite plus haut sur le développement (2) s'applique à l'aire A_q : toute fonction $F(z)$ holomorphe dans A_q est évidemment, d'après un théorème de M. Appell, développable en série de polynomes dans A_q, mais le développement de M. Appell exige qu'on connaisse les valeurs de $F(z)$ sur le contour de A_q.

holomorphe pour $x_1, \ldots, x_m$ réels et compris entre les limites

$$\text{(D)} \qquad a_1 < x_1 < b_1, \qquad \ldots, \qquad a_m < x_m < b_m,$$

(les a_i pouvant être égaux à $-\infty$ et les b_i à $+\infty$); soit, d'autre part, $(x_1^0, \ldots, x_m^0)$ un point du domaine D, et F_0, $(F'x_1)^0, \ldots$ les valeurs de F et de ses dérivées successives en ce point. *La fonction* $F(x_1, \ldots, x_m)$ *peut être représentée dans le domaine* D *par une série de polynomes, composés linéairement avec les quantités* F_0, $(F'x_1)^0$, ..., *série qui converge uniformément vers* F *à l'intérieur de* D *et qui est dérivable terme à terme indéfiniment.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles, analogues aux systèmes d'équations du premier ordre.* Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note récente, j'ai indiqué des systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues à une équation du premier ordre; je me propose d'étendre les résultats obtenus.

» J'ai démontré le théorème suivant : *Si un système d'équations aux dérivées partielles définissant une fonction* z *de* n *variables* $x_1 \ldots x_n$ *a une solution générale dépendant d'une fonction arbitraire de* ρ *arguments, et si l'on a pris soin de le rendre linéaire par une différentiation, les équations qui le définissent peuvent être mises sous la forme suivante :*

$$Z^p_{\alpha_1 \ldots \alpha_\rho \ldots \alpha_h + 1 \ldots \alpha_n} = A_{\alpha_1 \ldots \alpha_\rho \ldots \alpha_h + 1 \ldots \alpha_n} + a^h_1 Z^p_{\alpha_1 + 1 \ldots \alpha_n} + a^h_2 Z^p_{\alpha_1 \alpha_2 + 1 \ldots \alpha_n} + \ldots + a^h_\rho Z^p_{\alpha_1 \ldots \alpha_\rho + 1 \ldots \alpha_n},$$

$$\alpha_1 + \ldots + \alpha_n = p - 1,$$

où l'on a posé

$$Z^h_{\lambda_1 \ldots \lambda_n} = \frac{\partial^h z}{\partial x_1^{\lambda_1} \ldots \partial x_n^{\lambda_n}}.$$

» Ce système admet des caractéristiques d'ordre $p - 1$ définies par les équations suivantes :

$$\frac{\partial x_j}{\partial x_h} = -a^h_j \qquad \begin{pmatrix} j = 1, 2, \ldots, \rho \\ h = \rho + 1, \ldots, n \end{pmatrix},$$

$$\frac{\partial Z^{p-1}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n}}{\partial x_h} = A_{\alpha_1 \ldots \alpha_\rho \alpha_h + 1 \ldots \alpha_n},$$

$$\frac{\partial Z^h_{\lambda_1 \ldots \lambda_n}}{\partial x_h} = \sum_{i=1}^{\rho} a^h_i Z^{h+1}_{\lambda_1 \ldots \lambda_i + 1 \ldots \lambda_n} + Z^{h+1}_{\lambda_1 \ldots \lambda_h + 1 \ldots \lambda_n}.$$

» Si l'on se donne une multiplicité à ρ dimensions, on peut déterminer par des équations réductibles aux équations différentielles ordinaires l'orientation des éléments d'ordre $p-1$ des surfaces intégrales qui y passent et engendrer ensuite celles-ci par des caractéristiques.

» Voici un exemple qui éclaircira ce qui précède.

» Si l'on pose

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x_i \partial x_k} = p_{ik},$$

un système linéaire du second ordre dont la solution générale dépend d'une fonction arbitraire de deux arguments peut être mis sous la forme

$$p_{13} = A_1 + ap_{11} + bp_{12},$$
$$p_{23} = B_1 + ap_{12} + bp_{22},$$
$$p_{33} = C_1 + ap_{13} + bp_{23},$$
$$p_{14} = \mathcal{A}_1 + \alpha p_{11} + \beta p_{12},$$
$$p_{24} = \mathcal{B}_1 + \alpha p_{12} + \beta p_{22},$$
$$p_{34} = \mathcal{C}_1 + \alpha p_{13} + \beta p_{23},$$
$$p_{34} = D_1 - a\mathcal{A}_1 - b\mathcal{B}_1 + ap_{14} + bp_{24} = D_1 - \alpha A_1 - \beta B_2 + \alpha p_{13} + \beta p_{23}.$$

» Les caractéristiques sont alors déterminées par les équations

$$\frac{\partial x_1}{\partial x_3} = -a, \qquad \frac{\partial x_2}{\partial x_3} = -b,$$
$$\frac{\partial x_1}{\partial x_4} = -\alpha, \qquad \frac{\partial x_2}{\partial x_4} = -\beta,$$
$$\frac{\partial p_1}{\partial x_3} = A_1, \qquad \frac{\partial p_2}{\partial x_3} = B_1, \qquad \frac{\partial p_3}{\partial x_3} = C_1, \qquad \frac{\partial p_4}{\partial x_3} = D_1 - \alpha A_1 - \beta B_1,$$
$$\frac{\partial p_1}{dx_4} = \mathcal{A}_1, \qquad \frac{\partial p_2}{dx_4} = \mathcal{B}_1, \qquad \frac{\partial p_3}{\partial x_4} = D_1 - a\mathcal{A}_1 - b\mathcal{B}_1,$$
$$\frac{\partial p_4}{\partial x_4} = \mathcal{C}_1,$$
$$\frac{\partial z}{\partial x_3} = p_3 - p_1 a - p_2 b, \qquad \frac{\partial z}{\partial x_4} = p_4 - p_1\alpha - p_2\beta. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les relations entre les éléments infinitésimaux de deux figures homographiques ou corrélatives.* Note de M. **A. Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« I. Une transformation homographique quelconque étant donnée, soient (K) la conique de la première figure qui correspond au cercle de l'infini considéré comme appartenant à la seconde figure, et (P) le plan de cette conique.

» Prenons, dans la première figure, une courbe quelconque (C), et sur cette courbe un point arbitraire M. Le point M', correspondant du point M, se trouvera sur la courbe (C') transformée de la courbe (C).

» Soit, dans le plan (P), $O_1O_2O_3$ un triangle conjugué par rapport à la conique (K) et appelons :

$\varpi_1, \varpi_2, \varpi_3$ les distances des points O_1, O_2, O_3 au plan osculateur de la courbe (C) en M;
m_1, m_2, m_3 les moments de la tangente en M par rapport aux droites O_2O_3, O_3O_1, O_1O_2;
Δ la distance du point M au plan (P).

» Désignons enfin par ρ et τ les rayons de courbure et de torsion de la courbe (C) au point M, et par ρ' et τ' les éléments analogues de la courbe (C') en M'.

» Cela posé, on a

$$\text{(A)} \qquad \frac{\tau'}{\tau} = \frac{A_1\varpi_1^2 + A_2\varpi_2^2 + A_3\varpi_3^2}{\Delta^2},$$

$$\text{(B)} \qquad \frac{\rho'}{\rho} = \frac{(B_1m_1^2 + B_2m_2^2 + B_3m_3^2)^{\frac{3}{2}}}{(A_1\varpi_1^2 + A_2\varpi_2^2 + A_3\varpi_3^2)^2\Delta^3}.$$

» Les coefficients $A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3$ ne dépendent que de la transformation et sont susceptibles de l'interprétation géométrique suivante : L'équation

$$A_1\varpi_1^2 + A_2\varpi_2^2 + A_3\varpi_3^2 = 0$$

représente, en coordonnées tangentielles $(\varpi_1, \varpi_2, \varpi_3)$, la conique (K) dé-

finie plus haut. L'équation

$$B_1 m_1^2 + B_2 m_2^2 + B_3 m_3^2 = 0$$

est celle du complexe des droites qui rencontrent cette conique.

» Lorsque la courbe (K) est à l'infini, les formules précédentes ne sont plus applicables, mais on peut leur en substituer d'autres présentant le même caractère de simplicité.

» II. Considérons la corrélation la plus générale et soit (C) le cône de la première figure auquel correspond, dans la seconde figure, le cercle de l'infini.

» Soient (C) une courbe quelconque appartenant à la première figure et (C') l'arête de rebroussement de la développable qui lui correspond. On peut dire que la courbe (C') est la transformée de la courbe (C) si l'on envisage la corrélation comme une transformation de l'espace réglé. Soient, sur les courbes (C) et (C'), M et M' deux points correspondants. Désignons par x, y, z les coordonnées du point M par rapport à trois axes Ox, Oy, Oz, diamètres conjugués du cône (Γ), et par ϖ la distance du sommet O de ce cône au plan osculateur de la courbe (C) en M. Si l'on appelle τ et τ' les rayons de torsion aux points M et M', on aura

$$\text{(C)} \qquad \tau\tau' = \frac{Ax^2 + By^2 + Cz^2}{\varpi^2}.$$

» Dans cette formule,

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 0$$

est l'équation du cône (Γ).

» Lorsque ce cône se réduit à un cylindre, que nous définirons par l'équation

$$Ax^2 + By^2 + C = 0,$$

la formule ci-dessus doit être remplacée par la suivante

$$\text{(D)} \qquad \tau\tau' = \frac{Ax^2 + By^2 + C}{\cos^2\theta},$$

θ étant l'angle de la binormale de la courbe (C) et de l'axe de ce cylindre.

» Cette circonstance se présente dans une réciprocité polaire par rapport à un paraboloïde ou par rapport à un complexe binaire. Dans ce dernier cas, la formule (D) conduit à la relation

$$\text{(E)} \qquad \tau\tau' = \left(k + \frac{r^2}{k}\right)\left(k + \frac{r'^2}{k}\right),$$

dans laquelle on désigne par k le paramètre du complexe et par r et r' les distances des points M et M′ à l'axe central de ce complexe.

» L'application du théorème d'Enneper permet de déduire des formules (A), (C), (D) des relations entre les courbures totales de deux surfaces homographiques ou corrélatives.

» Pour établir les résultats énoncés dans cette Note, nous avons fait usage des formules suivantes qui donnent la courbure et la torsion en coordonnées cartésiennes homogènes (X, Y, Z, T), et la torsion en coordonnées tangentielles homogènes (L, M, N, P) :

$$\rho = \frac{\{[W(X,T)]^2 + [W(Y,T)]^2 + [W(Z,T)]^2\}^{\frac{3}{2}}}{\{[W(X,Y,T)]^2 + [W(Y,Z,T)]^2 + [W(Z,X,T)]^2\}^{\frac{1}{2}} T^3},$$

$$\frac{1}{\tau} = \frac{W(X,Y,Z,T)\,T^2}{[W(X,Y,T)]^2 + [W(Y,Z,T)]^2 + [W(Z,X,T)]^2},$$

$$\tau = \frac{W(L,M,N,P)\,(L^2 + M^2 + N^2)}{W(L,M,N)}.$$

» Dans ces formules, nous désignerons, d'une manière générale, par $W(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ le *Wronskien* de n fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_n$, c'est-à-dire le déterminant formé avec ces n fonctions et leurs dérivées des $n-1$ premiers ordres. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces applicables sur une surface de révolution.* Note de M. A. Pellet.

« La courbure totale de l'expression $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$ est un invariant, quelles que soient les fonctions E, F, G ; si on la multiplie par une fonction $f(\varphi, \psi)$, φ et ψ étant des fonctions de u et de v, et qu'on prenne la courbure totale de la nouvelle expression, les coefficients des diverses puissances de f et de ses dérivées par rapport à φ et à ψ seront des invariants. On obtient ainsi les invariants de M. Beltrami. Lorsque $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$ convient à une surface de révolution, en prenant pour f une fonction de la courbure totale de cet élément (g), la courbure totale de $f(g)(E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2)$ est une fonction de g et réciproquement.

» Ainsi, pour que l'expression $A^2(du^2 + g^2\,dv^2)$ soit le carré de l'élément linéaire d'une surface de révolution, A et la courbure totale étant des

fonctions de g, il faut et il suffit que les trois équations

(1) $$g_v'^2 + g^2 g_u'^2 = 2F,$$

(2) $$g''_{u^2} = fg,$$

(3) $$\left(\frac{1}{g}\right)''_{v^2} = f_1 \frac{1}{g}$$

soient satisfaites ; F, f, f_1 désignent des fonctions de g. En dérivant l'équation (1) on obtient deux équations entre les dérivées secondes de g, qui, pour être compatibles avec les équations (2) et (3), exigent qu'on ait

$$g^2 g_u'^2 (fg^4 - f_1 g^2 - 2F'g + 6F) + 2(f_1 g^2 + F'g - 4F)F = 0.$$

» Cette équation détermine g'_u, et g est une fonction de $pu - qv$ (p et q constants) à moins que

$$2F = f_1 g^2 - fg^4, \qquad F' = f_1 g - 2fg^3 ;$$

alors

(4) $$gg''_{vu} = g'_u g'_v.$$

» Les équations (1), (2), (3), (4) admettent deux systèmes de solutions :

$$f = -m^2, \qquad f_1 = -n^2, \qquad g^2 = \frac{n^2}{m^2}\frac{\cos^2(mu - p)}{\cos^2(nv - q)};$$

$$f = 0, \qquad f_1 = -n^2, \qquad g^2 = -\frac{n^2 u^2}{\cos^2(nv - q)};$$

m, n, p, q étant des constantes.

» Pour que les lignes u, v soient lignes de courbure, auquel cas la surface est isothermique, il faut que les équations suivantes soient compatibles :

$$\frac{A' g'_v}{A g} = \frac{\mathcal{A}'_v}{\mathcal{B}}, \qquad \frac{(A - gA')g'_u}{A} = \frac{\mathcal{B}'_u}{\mathcal{A}},$$

$$\mathcal{A}\mathcal{B} = m^2 g + 2m^2 g^2 \frac{A'}{A} - g(n^2 - m^2 g^2)\left(\frac{A'}{A}\right)' = L.$$

» On voit d'abord, en tenant compte de l'équation (4), que $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$ sont fonctions de g; par suite, les rayons de courbure sont fonctions l'un de l'autre. On a ensuite

$$L' = \left(1 - g\frac{A'}{A}\right)\mathcal{A}^2 - \frac{A'}{Ag}\mathcal{B}^2,$$

$$L'' - 4\frac{A'}{Ag}\left(1 - g\frac{A'}{A}\right)L = \mathcal{A}^2\left(g\frac{A'}{A}\right)' - \mathcal{B}^2\left(\frac{A'}{Ag}\right)';$$

d'où une équation du troisième ordre en $\frac{A'}{A}$.

» Pour que $A^2(du^2 + dv^2)$ soit le carré de l'élément linéaire d'une surface de révolution, la courbure de la surface étant fonction de A, il faut que A soit une fonction de $pu + qv$, p et q étant des constantes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition des fonctions* Θ *en facteurs.* Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. Poincaré.

« Appelons *fonction thêta* d'ordre m une fonction entière de deux variables qui vérifie les relations

$$\Theta(u+1, v) = \Theta(u, v+1) = \Theta(u, v),$$
$$\Theta(u+a, v+b) = e^{-2m\pi iu+\alpha'}\Theta(u, v),$$
$$\Theta(u+b, v+c) = e^{-2m\pi iv+\beta'}\Theta(u, v),$$

α' et β' étant des constantes. Il est clair que le produit de deux fonctions Θ d'ordres m et n est une fonction Θ d'ordre $m+n$: inversement, si une fonction Θ se décompose en deux facteurs entiers, ces facteurs sont-ils nécessairement des fonctions thêta, à des facteurs exponentiels près?

» La question doit être résolue par l'affirmative si les périodes a, b, c sont choisies au hasard; une exception ne peut se présenter que si les périodes sont liées par une relation de la forme

$$(1) \qquad Aa + Bb + Cc + D(ac - b^2) + E = 0,$$

A, B, C, D, E étant des entiers.

» Supposons qu'il existe une pareille relation; on établit que, si la quantité

$$\Delta = B^2 - 4AC - 4DE$$

est un carré parfait, $\Delta = n^2$, les fonctions thêta considérées se réduisent aux fonctions thêta elliptiques.

» Pour étudier plus commodément le cas général, on ramène, par une transformation du premier ordre, l'équation (1) à une forme plus simple.

» On établit d'abord que l'on peut faire disparaître les coefficients D et E; il reste

$$(2) \qquad Aa + Bb + Cc = 0.$$

» On peut remplacer cette équation par une équation de même forme

$$A'a + B'b + C'c = 0,$$

A′, B′, C′ étant tels que la forme $A'x^2 - B'xy + C'y^2$ soit équivalente à la forme $Ax^2 - Bxy + Cy^2$. Enfin, on peut faire en sorte que A divise C. En appliquant successivement ces transformations, on arrive à mettre l'équation (2) sous la forme simple

$$(3) \qquad a + \beta b + \gamma c = 0,$$

β étant égal à 0 ou 1, selon que Δ est de la forme $4h$ ou $4h+1$; on a, de plus,

$$\beta^2 - 4\gamma = \Delta;$$

la quantité Δ est un invariant pour toutes les transformations du premier ordre.

» Cela posé, désignons les périodes, afin de simplifier les écritures, par

$$(4) \qquad \begin{cases} 2\pi i & 0 & a & b, \\ 0 & 2\pi i & b & c, \end{cases}$$

la relation (3) ayant lieu entre a, b, c. On démontre qu'il existe des fonctions entières, $\varphi(u, v)$, qui ne sont pas le produit d'une exponentielle par une fonction thêta aux périodes (4), vérifiant les relations

$$(5) \qquad \begin{cases} \varphi(u + 2\pi i, v) = \varphi(u, v + 2\pi i) = \varphi(u, v), \\ \varphi(u + a, v + b) = e^{lu - k\gamma v}\,\varphi(u, v), \\ \varphi(u + b, v + c) = e^{ku - (l - k\beta) v}\,\varphi(u, v), \end{cases}$$

l et k étant deux entiers quelconques. Toutefois certaines inégalités doivent être satisfaites.

» D'abord, pour qu'il existe des fonctions thêta aux périodes (4), il faut et il suffit que $a'c' - b'^2 > 0$, en appelant a', b', c' les parties réelles de a, b, c; on en conclut, en tenant compte de (3),

$$\beta^2 - 4\gamma > 0,$$

c'est-à-dire $\Delta > 0$.

» Supposons a' (et par suite c') positif; on démontre que les fonctions définies par (5) ne peuvent exister que si

$$l^2 - \beta kl - \gamma k^2 > 0.$$

De plus, si $k > 0$, il faut que

$$2l - \beta k > k\sqrt{\Delta};$$

si $k < 0$, il faut que

$$2l - \beta k > -k\sqrt{\Delta}.$$

» Enfin, le cas de $k = 0$ donne, d'après (5), des fonctions Θ ordinaires, et $l > 0$.

» Les fonctions φ, définies par (5), sont des fonctions linéaires et homogènes de $(l^2 - \beta kl + \gamma k^2)$ d'entre elles; deux fonctions φ et φ', correspondant aux entiers l et k, l' et k', ont un nombre de zéros communs égal à

$$2ll' - \beta(kl' + k'l) + \gamma kk'.$$

» Tous ces résultats s'interprètent géométriquement sur les surfaces hyperelliptiques ou sur la surface de Kummer : ces surfaces, lorsqu'on suppose vérifiée la relation (3), admettent des courbes algébriques qui n'existent pas dans le cas général.

» La forme $l^2 - \beta kl + \gamma k^2$ peut être égale à $+1$ pour d'autres systèmes de valeurs que $k = 0$, $l = 1$: soit l_1, k_1 un de ces systèmes; la transformation

$$\begin{aligned} U &= l_1 u - k_1 \gamma v, \\ V &= k_1 u + (l_1 - k_1 \beta) v \end{aligned}$$

fait correspondre à un point (u, v) de la surface de Kummer un, et un seul, point (U, V) de la même surface, et réciproquement : de là des transformations birationnelles de la surface en elle-même, qui n'ont pas lieu dans le cas général. L'étude de ces transformations revient ainsi à la résolution en nombres entiers de l'équation

$$(6) \qquad l^2 - \beta kl + \gamma k^2 = 1,$$

qui se ramène immédiatement à l'équation de Pell; elle a donc une infinité de solutions.

» L'étude des courbes unicursales particulières qu'on peut tracer sur les surfaces de Kummer dérivées de périodes vérifiant (3) permet de former la relation correspondante entre les *modules* des intégrales hyperelliptiques correspondantes.

» C'est ainsi que, dans le cas le plus simple (non elliptique), celui de $\Delta = 5$, on trouve qu'il existe sur la surface une cubique gauche passant par six points doubles connus, et réciproquement. En exprimant cette condition, on trouve que le radical $\sqrt{x(1-x)(1-\lambda x)(1-\mu x)(1-\nu x)}$ conduit à des périodes vérifiant la relation

$$a + b - c = 0 \qquad (\Delta = 5),$$

si l'on a

$$\sqrt{(\mu-\lambda)(\lambda-\nu)(\mu-1)} + \sqrt{\mu\nu(\lambda-1)(\nu-1)} + \lambda\sqrt{(\mu-1)(\nu-1)} = 0.$$

» Ce sujet se rattache à ce qu'on pourrait appeler la *multiplication complexe* des fonctions abéliennes, bien que les multiplicateurs auxquels on est conduit soient réels. »

NOMOGRAPHIE. — *Sur la méthode nomographique la plus générale résultant de la position relative de deux plans superposés.* Note de M. **Maurice d'Ocagne.**

« 1. Un point appartenant à un certain ensemble d'éléments géométriques pris sur un plan est dit *sans cote*, *à une cote* ou *à deux cotes*, suivant qu'il ne fait pas partie d'un système, qu'il appartient à un système simplement infini (points cotés distribués sur une courbe), ou qu'il appartient à un système doublement infini (points d'un réseau définis par les cotes des deux courbes qui s'y croisent).

» Une courbe est dite de même *sans cote, à une cote* ou *à deux cotes*, suivant qu'elle ne fait pas partie d'un système, ou qu'elle appartient à un système simplement infini ordinaire, ou qu'elle appartient à un système simplement infini tracé sur un réseau, dit *réseau de cotes*, les deux cotes de chaque courbe pouvant être celles de l'un quelconque des points du réseau situés sur cette courbe.

» Lorsque nous parlerons d'un *élément* sans cote, à une cote ou à deux cotes, il sera entendu que cet élément pourra être, suivant le cas, un point ou une courbe.

» Pour spécifier que l'élément E est sans cote, à une cote ou à deux cotes, nous emploierons la notation E0, E1, E2. S'il s'agit spécialement d'un point ou d'une courbe, nous remplacerons la lettre E par la lettre P ou C. Un point à l'infini dans une direction déterminée sera désigné par P_∞.

» Si les courbes C_1, C_2,... sont des cercles *concentriques*, nous les représenterons par Γ_1, Γ_2,... ; si ce sont des droites *parallèles*, par Δ_1, Δ_2,....

» Deux éléments E et E' sont dits *en contact* s'ils sont tangents lorsqu'il s'agit de deux courbes, si l'un est situé sur l'autre lorsqu'il s'agit d'un point et d'une courbe. Remarquons que la coïncidence de deux points équivaut à deux contacts, deux des courbes passant par l'un de ces points devant être en contact avec l'autre point.

» Nous exprimerons le contact des éléments E et E' par la notation $E \bowtie E'$.

» 2. Grâce à ces définitions la méthode nomographique *la plus générale*

résultant de la position relative de deux plans superposés (dont, en pratique, un opaque et un transparent) peut être réduite au principe suivant :

» *La position relative des plans superposés* Π *et* Π′ *portant respectivement les éléments* E_i *et* E'_i *est complètement définie par trois contacts tels que* $E_1 \mapsto E'_1$, $E_2 \mapsto E'_2$, $E_3 \mapsto E'_3$.

» *Si dans cette position relative se produit en outre le contact* $E_4 \mapsto E'_4$, *les cotes de ces huit éléments satisfont à une certaine équation dont on a ainsi la représentation.*

» Si donc on suppose, pour la plus complète généralité, que chacun des huit éléments est à deux cotes, on voit que l'abaque le plus général résultant de l'application de ce principe peut être représenté schématiquement par la notation

$$(1) \qquad E_1 2 \mapsto E'_1 2, \quad E_2 2 \mapsto E'_2 2, \quad E_3 2 \mapsto E'_3 2, \quad E_4 2 \mapsto E'_4 2.$$

» Chaque contact s'exprime par une équation entre les quatre cotes correspondantes et les trois paramètres servant à définir la position relative des deux plans. L'élimination de ces trois paramètres entre les quatre équations ainsi obtenues fournit, entre les seize cotes, l'équation dont on a la représentation. Une simple lecture fournit alors la valeur résultant de cette équation pour l'une d'elles, lorsqu'on se donne les valeurs des quinze autres.

» A titre de variante, on peut remarquer que, si l'on réalise la position respective des deux plans au moyen des trois premiers contacts, le réseau de cotes de l'élément E'_4 peut être pris sur le plan P. Dans ce cas, nous emploierons la notation $E'_4(2)$.

» Si les éléments E′ sont des cercles concentriques Γ′, comprenant comme cas particulier des droites parallèles Δ′, et pouvant d'ailleurs venir en coïncidence, la position relative des deux plans n'est déterminée qu'à une rotation ou à une translation près. Il suffit dès lors de deux contacts pour la définir. Pour l'uniformité, nous représenterons alors l'abaque par la notation

$$E_1 2 \mapsto \Gamma'_1 2, \quad E_2 2 \mapsto \Gamma'_2 2, \quad E_3 2 \mapsto \Gamma'_3 2, \quad » \mapsto ».$$

» Ici encore $\Gamma'_3 2$ pourra être remplacé par $\Gamma'_3(2)$.

» 3. C'est en spécialisant plus ou moins la nature des éléments E_i et E'_i, et en remplaçant plusieurs des cotes par des constantes qu'on peut déduire de ce principe général des méthodes particulières. En voici des exemples empruntés à des travaux connus :

» 1° Méthode de M. Lafay (¹) :

$$P_1 2 \vdash\!\dashv C'_1 2, \quad P_2 2 \vdash\!\dashv C'_2 2, \quad P_3 2 \vdash\!\dashv C'_3 2, \quad P_4 2 \vdash\!\dashv C'_4 2.$$

» 2° Méthode de l'auteur (²) (dont la précédente avait été donnée comme généralisation) :

$$P_1 2 \vdash\!\dashv D'_1 1, \quad P_2 2 \vdash\!\dashv D'_1 1, \quad P_3 2 \vdash\!\dashv C'_3 2, \quad P_4 2 \vdash\!\dashv C'_4 2.$$

» 3° Méthode dite des *abaques hexagonaux*, de M. Lallemand (³) :

$$P_1 2 \vdash\!\dashv D'_1 0, \quad P_2 2 \vdash\!\dashv D'_2 0, \quad P_3 2 \vdash\!\dashv D'_3 0, \quad P_x 0 \vdash\!\dashv D'_1 0.$$

» Les droites D'_1, D'_2 et D'_3 sont les diagonales d'un hexagone régulier.

» 4° Méthode dite des *points isoplèthes* (⁴) :

$$P_1 2 \vdash\!\dashv \Delta'_1 0, \quad P_2 2 \vdash\!\dashv \Delta'_1 0, \quad P_3 2 \vdash\!\dashv \Delta'_1 0, \quad » \vdash\!\dashv ».$$

» 5° Méthode dite du *transparent à parallèles*, de M. Beghin (⁵) :

$$P_1 1 \vdash\!\dashv \Delta'_1 0, \quad P_2 1 \vdash\!\dashv \Delta'_1 0, \quad P_3 1 \vdash\!\dashv \Delta'_2 (1), \quad » \vdash\!\dashv ».$$

» 6° Méthode dite des *transversales quelconques*, de M. Goedseels (⁶) :

$$P_1 1 \vdash\!\dashv C'_1 0, \quad P_2 1 \vdash\!\dashv C'_1 0, \quad P_3 1 \vdash\!\dashv C'_1 (0), \quad P_4 1 \vdash\!\dashv C'_1 0.$$

» 7° Procédé Siégler, pour la mesure des profils de terrassements (⁷) :

$$P_1 1 \vdash\!\dashv D'_1 0, \quad P_2 1 \vdash\!\dashv D'_2 0, \quad P_3 1 \vdash\!\dashv D'_1 0, \quad P_3 1 \vdash\!\dashv D'_2 0.$$

» 8° Procédé Willotte pour le même objet (⁸) :

$$P_1 0 \vdash\!\dashv D'_1 1, \quad P_\infty 0 \vdash\!\dashv D'_1 1, \quad P_1 0 \vdash\!\dashv D'_2 0, \quad C_2 1 \vdash\!\dashv D'_3 1.$$

» 9° Règle à calcul :

$$P_1 1 \vdash\!\dashv D'_1 0, \quad P_\infty 0 \vdash\!\dashv D'_1 0, \quad P_1 1 \vdash\!\dashv D'_2 0, \quad P_2 1 \vdash\!\dashv D'_3 1.$$

P_1 et P_2 sont les points lus sur l'échelle de la réglette fixe, P_∞ le point de cette réglette à l'infini sur une perpendiculaire à la direction de cette échelle, D'_1 la perpendiculaire au bord de la réglette mobile menée par son origine, D'_2 le bord de cette réglette qui glisse le long de la réglette fixe, D'_3 la perpendiculaire à ce bord menée par le point lu sur l'échelle de la réglette mobile.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1195 (24 décembre 1894).

(²) *Ibid.*, t. CXVII, p. 216 et 277 (24 et 31 juillet 1893).

(³) *Ibid.*, t. CII, p. 816 (5 avril 1886).

(⁴) *Annales des Ponts et Chaussées* (novembre 1884), p. 531 ; *Génie civil*, t. XVII, p. 343 (1890) ; *Comptes rendus*, t. CXII, p. 421 (23 février 1891).

(⁵) *Génie civil* (24 décembre 1892).

(⁶) Communication faite tout récemment à la Société scientifique de Bruxelles.

(⁷) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1er sem. 1881, p. 98.

(⁸) *Annales des Ponts et Chaussées*, 2e semestre 1880, p. 303.

» Nous nous bornerons à ces quelques exemples, nous réservant de développer ailleurs le sujet. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les déformations permanentes et la rupture des métaux.* [1] Note de M. **G.-A. Faurie**, présentée par M. Sebert.

« Lorsqu'on essaie à la traction une éprouvette d'un métal malléable, outre les faits généralement observés et souvent décrits qui précèdent le maximum de la charge, il se produit parfois un phénomène spécial qui fait paraître le mécanisme intime de la déformation, et qui montre, *a priori*, que la loi fondamentale de l'écrouissage doit être une fonction, non pas de la simple longueur (L), mais d'une fraction constante $\left(\frac{L}{\alpha}\right)$ de cette longueur. On constate en effet, dans certaines conditions, la production tout le long de l'éprouvette de nœuds et de ventres équidistants, assez peu distincts d'ordinaire, mais parfois aussi très fortement accentués. Ces nodalités se produisent dans les fils, tiges ou lamelles lorsque la longueur est d'environ 50 à 60 fois la plus petite dimension transversale. Elles sont certainement dues à l'interférence de l'action de la charge qui agit à l'extrémité inférieure, avec la réaction qui agit à l'autre extrémité.

» Ce phénomène n'est donc qu'une traduction nouvelle de la façon dont l'énergie se répartit entre les points d'attache, et par suite offre avec le phénomène des vibrations des tiges encastrées des points de comparaison qu'il sera sans doute possible de mettre en lumière.

» Lorsqu'on opère sur des éprouvettes de trop faible section, il est difficile de se mettre suffisamment à l'abri des causes d'erreur tenant à l'irrégularité des recuits, irrégularités qui prennent dans ce cas une très grande importance, à cause de l'influence exagérée des actions superficielles dues à l'oxydation. Avec des précautions normales, des éprouvettes en laiton de 18^{mmq} de section et de 200^{mm} de longueur utile entre les repères donnent de bons résultats; on obtient également des nodalités très nettes en opérant avec soin sur des fils de cuivre de 3^{mm} de diamètre et de 200^{mm} de longueur utile entre les repères. On se placerait dans les conditions les plus favorables en employant une tige en laiton de 150^{mmq} et de 1^{m} de longueur.

(1) Voir mes différentes Communications antérieures, *Comptes rendus*, t. CXIII, CXX, CXXI, CXXIV.

Dans ce cas la traction doit être donnée au banc d'étirage, et l'évaluation des charges de déformation peut être faite en interposant des éprouvettes préalablement tarées entre la barre en expérience et les mordaches du banc.

» Le phénomène des nodalités se produit encore normalement lorsque, après avoir écroui des éprouvettes et les avoir recuites une première fois, on leur fait subir à nouveau plusienrs passes de traction et plusieurs chaudes. Dans ce cas particulier l'expérience présente diverses circonstances intéressantes. Supposons, pour préciser les idées, que l'essai soit effectué sur un barreau en cuivre pur. Le barreau, ayant subi un recuit complet et intégral, commence à se déformer sous une charge de 5^{kg} par millimètre carré. On continue à l'allonger en augmentant la charge jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur légèrement inférieure à 22^{kg}. Alors on arrête l'essai et l'on donne un recuit complet et intégral par une chaude appropriée. La température de la chaude doit s'élever jusqu'à 500° pour produire sur l'écrouissage un effet pouvant subsister après le retour du barreau à la température ambiante.

» Après le recuit, on donne un nouvel écrouissage de traction. De nouveau la déformation commence à la charge de 5^{kg} par millimètre carré, continue au fur et à mesure que la charge augmente, et atteint comme précédemment la limite des allongements proportionnels pour une charge légèrement inférieure à 22^{kg}. L'écrouissage acquis nécessite une deuxième chaude que l'on donne comme il vient d'être dit. On procède ainsi par tractions et recuits successifs, et chaque fois les charges varient de 5^{kg} à 21^{kg}, 5 ou 21^{kg}, 7 par millimètre carré. Chaque fois l'allongement est de 30 à 33 pour 100 de la longueur de l'éprouvette recuite. Le nombre d'opérations possibles n'a pour limite que l'importance des malfaçons dues à l'inexpérience des ouvriers ou au manque d'homogénéité du métal. Le phénomène des nodalités se présente dans ces conditions dès la deuxième passe ou la troisième au plus tard : l'éprouvette se creuse en un certain nombre de collets équidistants séparés par des renflements également équidistants. Aux passes suivantes la déformation commence généralement à la même dépression et s'étend, au fur et à mesure que l'allongement se produit, aux dépressions voisines.

» Je dois remarquer dès maintenant que, ni dans la déformation de laminage, ni dans la déformation de torsion, on ne peut constater rien d'analogue au phénomène que je viens de décrire ; on doit en conclure que ce phénomène est bien dû, comme je l'ai dit, à une action d'interférence. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la flexion des pièces épaisses*. Note de M. **Ribière**, présentée par M. Sarrau.

« Soit une poutre rectangulaire de longueur $2a$, de hauteur $2h$, encastrée à ses deux extrémités et que je suppose, pour réduire le problème à deux dimensions, de largeur indéfinie.

» Je désigne par N_1 et N_2 les efforts normaux sur les éléments perpendiculaires à OX, axe longitudinal, et OY, axe transversal, et par T l'effort tangentiel.

» Dans un précédent travail (¹), j'ai démontré que, pour une poutre de ce genre supportant des charges normales à sa longueur, les équations générales de l'élasticité étaient satisfaites par les séries

$$N_1 = \Sigma - m\cos mx\left[(2a_1 - 3a_2)e^{my} - (2b_1 - 3b_2)e^{-my} - 2ma_2ye^{my} - 2mb_2ye^{-my}\right],$$
$$N_2 = \Sigma \quad m\cos mx\left[(2a_1 + a_2)e^{my} + (2b_1 + b_2)e^{-my} - 2ma_2ye^{my} - 2mb_2ye^{-my}\right],$$
$$T = \Sigma - m\sin mx\left[(2a_1 - a_2)e^{my} + (2b_1 - b_2)e^{-my} - 2ma_2ye^{my} + 2mb_2ye^{-my}\right],$$

en donnant à m les valeurs $\frac{i\pi}{a}$, i étant égal aux nombres entiers successifs.

» On détermine a_1, a_2, b_1, b_2 de façon que la valeur de N_2 soit identique, pour $y = +h$ et $y = -h$, aux séries de Fourier représentant, l'une la charge sur la face supérieure, l'autre la réaction des appuis sur la face inférieure, calculée en supposant que la longueur de chacun de ces appuis soit égale à $\frac{a}{8}$.

» En faisant les calculs pour une charge uniforme et une charge centrale, j'ai démontré que, pour une hauteur de poutre égale ou inférieure au $\frac{1}{10}$ de la longueur, les résultats différaient très peu de ceux donnés par la théorie ordinaire de la résistance des matériaux, dans laquelle on admet que les efforts N_1 sont répartis dans une section verticale, suivant la loi dite *du trapèze*.

» Il n'en est plus ainsi pour les poutres de grande hauteur. Considérons, par exemple, le cas d'une charge uniforme p. On trouve alors pour la face supérieure $y = +h$, en désignant par E et $\mathcal{E}$ les fonctions dites *cosinus* et

(¹) Thèse de doctorat : *Sur divers cas de la flexion des prismes rectangles*; 1889.

sinus hyperboliques.

$$N_1 = \frac{p}{3} + \Sigma \cos mx \, \frac{16sp \sin m \frac{s-1}{s} a}{E(4mh - 8m^2h^2 - 1)} \frac{h}{a} \, \varepsilon^{2mh};$$

quand h croît, tous les termes de cette série tendent rapidement vers zéro ; en faisant le calcul, on reconnaît qu'à partir de $h = a$ ils sont pratiquement négligeables, et que N_1 se réduit alors à $\frac{p}{3}$.

» Pour la face inférieure $y = -h$ on a

$$N_1 = \frac{p}{3} + \Sigma \cos mx \, \frac{2sp \sin m \frac{s-1}{s} a}{am} \, \frac{E(4mh + 8m^2h^2 - 1)}{E(4mh - 8m^2h^2 - 1)}.$$

» Le facteur $\frac{E(4mh + 8m^2h^2 - 1)}{E(4mh - 8m^2h^2 - 1)}$ se rapproche de 1 très rapidement, quand h croît, et n'en diffère pas pratiquement à partir de $h = a$. N_1 tend donc rapidement vers la valeur

$$\frac{p}{3} + \Sigma \cos mx \, \frac{2sp \sin m \frac{s-1}{s} a}{am},$$

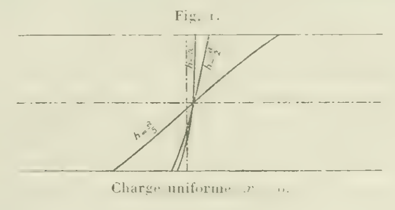
série qui représente, de $x = 0$ à $x = a\frac{s-1}{s}$, une valeur constante égale à $-\frac{2p}{3}$, et, de $x = a\frac{s-1}{s}$ à a, une valeur constante égale à $ps - \frac{2p}{3}$, soit, pour $s = 10$, à $9{,}33p$.

» On reconnaît ainsi que, à partir de $h = a$, les valeurs de N_1 varient, de la face supérieure à la face inférieure, au milieu de la poutre du simple au double, à l'encastrement de 1 à 9,33 pour $s = 10$.

» D'autre part, à partir d'une certaine valeur de h, les efforts deviennent indépendants de la hauteur et l'on n'augmente pas la résistance de la poutre en augmentant sa hauteur.

» La *fig.* 1 représente les courbes des valeurs de N_1 dans la section ver-

Fig. 1.



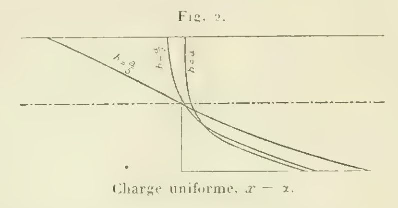
Charge uniforme $s = 10$.

ticale médiane successivement pour $h = \frac{a}{s}$, $h = \frac{a}{2}$, $h = a$.

» La *fig.* 2 représente les mêmes courbes pour la section d'encastrement.

» Dans le cas d'une charge centrale on arrive à des résultats analogues,

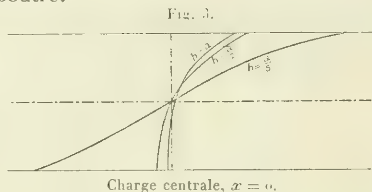
Fig. 2.



Charge uniforme, $x = \alpha$.

représentés par la *fig.* 3, qui s'applique indistinctement au milieu ou à l'extrémité de la poutre.

Fig. 3.



Charge centrale, $x = 0$.

» Il résulte de là que, dans les cas considérés, la loi dite *du trapèze* est en désaccord, à partir d'une certaine hauteur de poutre, avec la théorie mathématique de l'Élasticité. »

PHOTOMÉTRIE. — *Étude expérimentale de l'éclat des projecteurs de lumière.* Note de MM. **A. Blondel** et **J. Rey**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans un précédent Mémoire ([1]), l'un de nous a indiqué, pour l'étude des appareils optiques industriels, une méthode générale qui la ramène à la détermination de l'éclat apparent en chaque point de la surface optique par laquelle sortent les rayons. Cette surface est considérée comme une véritable source secondaire de lumière dont l'éclat apparent, c'est-à-dire l'intensité lumineuse par unité de surface mesurée généralement dans la direction de l'axe optique, est une fonction des coordonnées qu'on peut

([1]) *Théorie des projecteurs,* par A. Blondel; Paris, 1894 (Lahure); voir pages 27 et suivantes.

écrire sous la forme $E = kui$, en appelant i l'éclat de la source de lumière, k et u deux coefficients, l'un de *transmission*, l'autre *d'effet optique*, qu'on peut calculer pour chaque appareil.

» Ces calculs ont montré que, pour les projecteurs dioptriques (lentilles de Fresnel), les coefficients k et u diminuent du centre au bord de l'appareil et que, par suite, l'éclat apparent va en s'abaissant assez rapidement, tandis que pour les projecteurs à réflexion (réflecteurs métalliques, miroirs paraboliques en verre mince, anneaux catadioptriques) cet éclat est constant sur toute la surface. Les projecteurs Mangin se prêtent moins facilement au calcul ; mais nous avons pu montrer cependant que leurs coefficients k et u varient en sens inverse et assez faiblement pour que l'éclat apparent dans la direction de l'axe optique puisse être considéré comme sensiblement uniforme sur toute la surface en dehors de la zone centrale occultée par le charbon négatif.

» Nous nous sommes proposé de vérifier cette conclusion expérimentalement par les méthodes photométriques dont nous avions indiqué le principe (¹). Celles-ci consistaient, soit dans la photographie des appareils à grande distance, soit dans l'emploi du microphotomètre de M. Cornu, ou de photomètres analogues, soit dans la mesure de l'éclairement produit sur un écran par un petit élément de surface, isolé au point considéré, le reste de l'appareil étant masqué.

» Cette dernière méthode s'est montrée la plus simple en pratique; mais tandis que, pour les appareils dioptriques, il suffisait d'appliquer sur la surface d'émission un écran opaque percé de petits trous, il a fallu pour les miroirs, par suite de la position de la lampe en avant de la surface, modifier cette disposition en plaçant, comme M. Rey en a eu l'idée, l'écran à une certaine distance en avant du projecteur, à la place de la porte vitrée qui ferme ordinairement l'appareil. Cet écran G (*fig.* 1) est formé d'un disque en tôle percé de trous de 5^{mm} de diamètre en mince paroi, répartis régulièrement le long d'un ou plusieurs rayons.

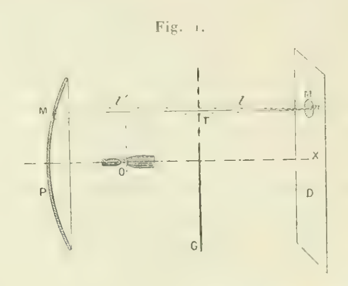
» Chaque trou T, lorsqu'on le débouche, produit sur un écran d'observation D, placé à une certaine distance et perpendiculaire à l'axe OX, une image M de la source lumineuse O (ici le cratère de l'arc électrique, dont la forme varie naturellement suivant la position du trou). Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une photographie qui montre l'aspect des taches ainsi produites par des trous disposés suivant deux rayons horizontaux et un vertical, dans le cas d'un projecteur parabo-

(¹) *Loc. cit.*, p. 17.

lique de 1^m de diamètre éclairé par une lampe de 75 ampères à charbons horizontaux.

» Si, au centre optique m de la tache M produite par un trou quelconque T, on remplace l'écran d'observation par l'écran même d'un photomètre, on obtient une

Fig. 1.



mesure de l'éclairement E produit par le trou correspondant, et l'on peut en déduire l'éclat apparent i du miroir sur la plage M' découpée sur la surface du miroir par le cône ayant pour sommet m et pour base le trou T; on a, en effet, immédiatement la relation

$$E = \frac{is}{l^2},$$

l étant la distance du photomètre au trou, s la surface de celui-ci. Il est facile de placer l'écran du photomètre à une distance suffisamment grande relativement à la dimension du trou pour que l'éclat, ainsi mesuré, ne diffère pas sensiblement de celui qu'on obtiendrait si le trou était sur la surface optique elle-même.

» Il n'en est pas de même des divergences des pinceaux lumineux issus de trous, lesquelles diffèrent complètement des divergences vraies mesurées à la surface de l'appareil; par exemple, en appelant d le diamètre de la tache M, la divergence correspondante du pinceau issu de m' est, non pas $\frac{d}{l}$, mais $\frac{d}{l}\frac{l''}{l'}$, en appelant l' et l'' les distances du trou au miroir et à la source O, suivant la marche des rayons.

» Nous avons fait de cette méthode l'objet d'une série très étendue d'expériences, à partir de novembre 1894, dans les ateliers de MM. Sautter, Harlé et Cie. Ces expériences, conduites par M. Rey, ont porté sur des projecteurs paraboliques et surtout sur des projecteurs Mangin. L'épure annexée à la présente Note est un des meilleurs spécimens des répartitions d'éclat obtenues pour l'un de ces derniers (projecteur Mangin à court foyer de $0^{mm},60$ de diamètre, expérience du 6 décembre 1894); l'écran portait, suivant un rayon, 20 trous de 5^{mm} de diamètre, donnant l'éclat

d'autant de zones de 30^{mm} de largeur, dont les surfaces sont indiquées au-dessous des trous. Le photomètre était placé à 30^{m}.

» Cette épure montre que l'éclat reste bien sensiblement constant, sauf à l'extrême bord du miroir et dans la zone centrale du projecteur où le charbon négatif produit une occultation totale ou partielle.

» Connaissant par cette épure la valeur de l'éclat moyen applicable à chaque zone circulaire et la surface, on en déduit l'intensité lumineuse totale de cette zone; la somme de ces intensités élémentaires donne, suivant la définition de M. Bourdelles, la *puissance lumineuse* totale de l'appareil à grande distance. Dans l'exemple précédent, elle atteint 55719000 bougies décimales. Cette puissance est ainsi connue avec une grande précision sans sortir du laboratoire; elle est rendue particulièrement commode dans le cas des miroirs Mangin par la grande perfection de la taille sphérique des surfaces, qui permet d'obtenir sur l'écran d'observation d'excellentes images du cratère. »

OPTIQUE. — *Étude de quelques radiations par la spectroscopie interférentielle.* Note de MM. A. Perot et Ch. Fabry, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons appliqué notre méthode de spectroscopie interférentielle à l'étude de quelques radiations émises par des vapeurs métalliques portées à l'incandescence par la décharge d'une bobine d'induction. Ces radiations ont déjà été examinées par M. Michelson. Nous avons employé soit le dispositif de ce savant (tube à électrodes annulaires), soit celui que M. Hamy a indiqué pour l'illumination des vapeurs de cadmium (tube sans électrodes avec partie rétrécie).

» Lorsque le spectre de la source lumineuse contient plusieurs raies, la lumière doit être préalablement analysée au moyen d'un prisme, pour séparer et analyser séparément les diverses radiations; à cause de la petitesse de la source lumineuse, l'emploi d'une fente n'est pas nécessaire : le point lumineux est placé au foyer d'une lentille, et le faisceau, rendu parallèle, traverse un prisme à sulfure de carbone, puis une seconde lentille qui projette sur la lame d'acier celle des images du tube qui correspond à la radiation que l'on veut étudier.

» L'expérience consiste alors à examiner l'aspect des anneaux d'interférence, en écartant progressivement les deux glaces argentées. Si, par exemple, la radiation examinée est double, on voit, pour un certain écar-

tement des surfaces, chaque anneau se dédoubler. Celle des deux radiations dont la longueur d'onde est la plus grande donne, dans ce doublet, l'anneau intérieur. L'appareil permet une mesure exacte de la différence des deux longueurs d'onde : on fera croître la distance des surfaces argentées jusqu'à ce que les anneaux de l'un des systèmes soient exactement intercalés entre ceux de l'autre. Soient alors e la distance des surfaces, et λ et $\lambda + \Delta\lambda$ les valeurs très voisines des deux longueurs d'onde. A l'une des radiations correspond la frange d'ordre p et, à l'autre, la frange d'ordre $p + \frac{1}{2}$. On a donc

$$(p + \tfrac{1}{2})\lambda = p(\lambda + \Delta\lambda) = 2e;$$

d'où

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{2p} = \frac{\lambda + \Delta\lambda}{4e}.$$

» Dans ce qui va suivre, nous exprimerons toujours l'intervalle entre deux raies par la *valeur relative* de leur différence de longueurs d'onde $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$. Rappelons, comme point de comparaison, qu'entre les deux raies jaunes du sodium la différence relative est d'à peu près $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{1000} = 1000 \times 10^{-6}$.

» *Thallium.* — (Chlorure dans un tube de M. Michelson ou de M. Hamy.) La seule radiation visible est la radiation verte ($\lambda = 0^{\mu},5349$); l'emploi du prisme est inutile.

» La raie se dédouble avec la plus grande facilité. Dès l'épaisseur $1^{mm},5$ (numéro d'ordre 5600), on peut apercevoir à l'intérieur de chaque anneau brillant un second anneau plus faible, ce qui indique l'existence d'une seconde radiation de longueur d'onde un peu plus grande. Le dédoublement est complet pour l'épaisseur $6^{mm},35$ (numéro d'ordre 24000). La distance des deux composantes est donc, en valeur relative,

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{48000} = 21 \times 10^{-6}.$$

» La composante principale est elle-même double; pour une distance de 18^{mm} les anneaux correspondant à la radiation principale commencent à se dédoubler, la radiation la plus faible étant à l'intérieur, et par suite de longueur d'onde un peu plus grande. L'intervalle de ces deux composantes est $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 3 \times 10^{-6}$.

» *En résumé*, la raie du thallium est composée d'une radiation principale et de deux radiations plus faibles placées toutes deux du côté du rouge; les éclats de ces deux radiations supplémentaires nous ont paru approximativement égaux, et leurs distances à la raie principale sont respectivement 3 et 21 10^{-6}.

» *Mercure.* — (Vapeur métallique dans un tube de M. Michelson.) Nous n'avons

examiné que la raie verte ($\lambda = 0^{\mu},5461$), qui est la plus brillante. Cette raie est aussi triple, mais à composantes plus rapprochées que celle du thallium; elle se compose d'une radiation principale et d'une radiation très faible, de longueur d'onde un peu plus grande $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 17 \times 10^{-6}\right)$. La composante principale est elle-même double, avec la radiation la plus faible du côté du rouge. La distance de ces deux composantes est extrêmement petite, et elles sont difficiles à séparer parce que leur distance excède à peine leur largeur. Leur distance peut être évaluée à $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 1,5 \times 10^{-6}$ (à peu près $\frac{1}{700}$ de l'intervalle qui sépare les deux raies du sodium).

» *Cadmium*. — (Vapeur métallique dans un tube de M. Michelson.) La raie verte ($\lambda = 0^{\mu},5086$) est accompagnée d'une faible radiation située du côté du violet $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -5 \times 10^{-6}\right)$.

» La raie ($\lambda = 0^{\mu},4800$) est triple. Pour une épaisseur de 4^{mm} on voit apparaître deux raies très faibles, l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur de chaque anneau brillant. Ces deux radiations paraissent égales en intensité et équidistantes de la radiation principale. Pour une épaisseur de $7^{mm},2$ les anneaux correspondant aux deux petites composantes viennent se confondre au milieu de l'intervalle qui sépare les anneaux principaux. La raie bleue est donc composée d'une raie centrale, accompagnée de deux radiations beaucoup plus faibles, égales et équidistantes de la radiation principale. La distance de cette dernière à chacune des petites raies est $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 17 \times 10^{-6}$.

» Quelques-uns des résultats qui précèdent diffèrent sensiblement de ceux que M. Michelson a donnés comme résultats de ses belles recherches sur la visibilité des franges. Mais il ne faut pas oublier que la connaissance exacte de la courbe de visibilité ne suffit pas pour déterminer complètement la répartition de la lumière dans une raie spectrale ([1]). Étant donnée une courbe de visibilité, on peut faire une infinité d'hypothèses sur la constitution de la lumière employée; en particulier, si l'on suppose l'existence de deux raies inégales, il est impossible de dire laquelle est située du côté du rouge. La même indétermination subsisterait avec tous les appareils qui ne font intervenir que deux ondes interférentes. Au contraire, dans notre appareil, chaque radiation est directement visible, et l'on peut juger de son éclat et assigner sa place dans le spectre. La constitution des raies que nous venons d'indiquer conduirait à des courbes de visibilité sensiblement identiques à celles qui résultent des ob-

([1]) Voir Lord Rayleigh, *On the interference bands of approximately homogeneous light* (*Philosophical Magazine*, 6e série, t. XXXIV, p. 407; 1892).

servations de M. Michelson; nos expériences, loin d'être en désaccord avec elles, les confirment pleinement.

» Rappelons enfin que notre méthode présente de grands avantages pour la comparaison des longueurs d'onde, soit très voisines, soit différentes, par l'observation des *coïncidences* des franges correspondant aux deux radiations, et que l'observation de ces coïncidences nous a été utile pour retrouver le numéro d'ordre de certaines franges et, par suite, mesurer rapidement des épaisseurs ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des hautes temperatures par la méthode interférentielle.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître antérieurement à l'Académie (*Comptes rendus*, 16 avril 1895) une méthode nouvelle pour la mesure des températures. Cette méthode, étant fondée uniquement sur les propriétés des gaz, paraît susceptible de donner directement la valeur des températures dans l'échelle thermodynamique, comme celle du thermomètre à gaz, et elle offre sur cette dernière l'avantage d'être indépendante de la nature, de la forme et des dimensions de l'enveloppe thermométrique.

» La loi physique sur laquelle elle s'appuie est la suivante :

» *Si l'on diminue d'une même fraction la densité d'un gaz, d'une part par élévation de température, d'autre part par diminution de pression, l'indice de réfraction prend la même valeur dans les deux cas.*

» Dans une première série d'expériences faites entre 0° et 200°, j'ai montré la rigueur de cette méthode. Je me propose aujourd'hui de décrire les appareils qui m'ont servi pour une seconde série d'expériences faites jusqu'au point de fusion de l'or, c'est-à-dire jusqu'à la constante physique la plus élevée dans l'échelle des températures que l'on ait mesurée avec le thermomètre à air. Les écarts entre les diverses mesures de ce point important publiées depuis vingt ans, écarts qui dépassent 50°, rendaient désirable une mesure nouvelle exécutée par des procédés plus directs que ceux employés jusqu'à ce jour. Tous ces procédés, en effet, sont indirects : on commence par étudier avec un thermomètre à air les variations que la chaleur fait subir à une propriété physique (chaleur spécifique d'un métal inaltérable, force électromotrice d'un couple, résistance électrique d'un fil), et l'on utilise ensuite cette propriété pour déterminer le point de fusion des métaux. Cette manière de faire a l'inconvénient de superposer les erreurs dues à deux séries de mesures.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1897.

» D'ailleurs l'exactitude du thermomètre à air à ces hautes températures est limitée par certaines causes d'erreur qui lui sont inhérentes : telles sont la correction due à l'espace nuisible dont l'importance augmente de plus en plus, et la condensation des gaz sur les parois. Ce dernier phénomène, qui s'est opposé jusqu'à présent à la vérification de la loi de Mariotte aux basses pressions, paraît jouer ici un rôle perturbateur analogue.

» La méthode interférentielle est exempte de ces causes d'erreur. En premier lieu, elle est directe : les points de fusion sont déterminés dans l'appareil même au moment de la mesure. En second lieu, elle est indépendante de toutes les propriétés de l'enveloppe thermométrique : elle ne nécessite que l'uniformité de température de la colonne gazeuse traversée par le rayon lumineux et la connaissance exacte de sa longueur.

» Dans mes expériences antérieures, j'ai réalisé ces deux conditions : la première par l'emploi de liquides bouillant sous la pression atmosphérique; la seconde en éliminant par une méthode différentielle les régions à température variable situées à l'extrémité des tubes chauffés.

» Dans mes nouvelles expériences, j'ai réalisé la première condition par le mode de chauffage électrique, qui consiste à porter au rouge un tube réfractaire par une spirale de platine ou de nickel traversée par un courant. Le platine permet d'atteindre pratiquement 1500° et le nickel 1200°. Ce procédé a déjà été employé avec succès par M. Ledeboer dans ses recherches sur l'aimantation du fer (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 129; 1888), par M. Curie dans ses expériences sur les propriétés magnétiques des corps (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 805; 1892), par M. Charpy dans ses études sur les transformations du fer (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 419; 1894).

» Autour d'un tube de porcelaine ou de terre réfractaire, de 85^{cm} de long et de 27^{mm} de diamètre intérieur, sont enroulées deux hélices indépendantes en fil de platine, de $0^{mm},6$ de diamètre. L'écartement des spires est de 7^{mm}. Ce système est protégé contre le refroidissement par plusieurs couches de fil d'amiante, de corde d'amiante et de kaolin enfermées dans un cylindre en laiton de 11^{cm} de diamètre.

» Pour avoir un courant constant, on se sert d'accumulateurs. Un courant de 4 ampères maintient la température de 1000°. Un couple thermo-électrique permet d'explorer le champ calorifique. Il est facile, en agissant au besoin sur un rhéostat, de maintenir la température d'un point constante, à 0°2 près, pendant plusieurs heures. Le mode de chauffage étant symétrique par rapport à l'axe, tous les points situés dans un plan perpendiculaire à cet axe sont à la même température et les franges observées sont rigoureusement horizontales. C'est ce qui n'a pas lieu avec les fours à gaz généralement employés jusqu'ici : les tubes et les mouffles y sont chauffés inégalement en haut et en bas et la courbure des franges trahit les différences de densité des couches d'air.

» La température augmente des extrémités vers le milieu; mais on constate que, l'appareil étant complété, comme il sera dit plus loin, par l'adjonction de tubes à circulation d'eau, la température de la région centrale ne varie pas de 1° sur une longueur de 14^{cm}.

» Ce four, qui ne dégage pas de gaz, qui ne produit pas de rayonnement intense, peut s'installer dans n'importe quelle pièce d'un laboratoire. Il permet d'obtenir n'im-

porte quelle température donnée, de la retrouver sans tâtonnements, de la maintenir constante presque indéfiniment, de l'augmenter ou de la diminuer à volonté. Il permet aussi de faire varier la vitesse de refroissement par intercalation d'une résistance croissante sur le courant. En un mot, il introduit dans la production des températures toute la précision des mesures électriques.

» Ainsi est réalisée la première condition exigée par ma méthode : la constance de la température. Voici comment on réalise la seconde.

» A l'une des extrémités du tube en terre réfractaire et selon son axe pénètre jusqu'à une distance fixe de 7^{cm} un tube en laiton de 17^{cm} de longueur et de 7^{mm} de diamètre intérieur, entouré lui-même d'un système de deux tubes concentriques de $15^{mm},4$ et de 21^{mm} de diamètres intérieurs où circule un courant d'eau rapide. Les épaisseurs des tubes sont de $0^{mm},5$, sauf celle du tube extérieur qui est de 1^{mm}.

» A l'autre extrémité du grand tube en terre se trouve un système de trois tubes de laiton concentriques à circulation d'eau semblable au précédent et de 54^{cm} de longueur. Ce second système est mobile dans une coulisse qui permet de le déplacer suivant son axe. On évalue ce déplacement sur une règle graduée fixée au tube et qui se meut sous le réticule d'un microscope. La distance exacte des traits a été mesurée au Bureau des Poids et Mesures avec le concours obligeant de MM. Benoît et Guillaume.

» Pour avoir des franges aussi nettes à chaud qu'à froid, il faut ménager au rayon lumineux un régime de transition entre les tubes en laiton froids et le tube en terre porté au rouge : on y arrive en prolongeant les premiers par de petits tubes de platine de 7^{mm} de diamètre extérieur et de 4^{cm} de longueur.

» Le tube chaud étant porté à la température qu'il s'agit de mesurer et qui est contrôlée par une pince thermo-électrique platine-platine iridié, on amène les franges au zéro en raréfiant l'air dans le tube froid parallèle au tube chaud, où passe la seconde partie du faisceau lumineux. On lit au cathétomètre la pression correspondante; on tire alors le tube mobile de 5^{cm}, 6^{cm} ou 10^{cm}, ce qui allonge d'autant la longueur de la région à température constante. On vérifie que l'indication de la pince n'a pas varié. On ramène les franges au zéro par diminution de pression dans le tube froid. On fait une seconde lecture du manomètre. On revient ensuite à la position primitive, on ramène les franges et l'on s'assure que l'on retrouve la pression primitive.

» Si l'on a noté avec une pince thermo-électrique fer-cuivre les températures des divers tubes refroidis par des courants d'eau, on possède toutes les données nécessaires au calcul.

» On obtient un éclairage intense du collimateur, suffisant pour remplacer en bien des cas, dans les spectroscopes, goniomètres, etc., l'arc électrique, en projetant sur la fente l'image d'un bec papillon à acétylène vu par la tranche.

» Je donnerai prochainement les résultats des expériences faites avec cet appareil sur les points de fusion et d'ébullition de divers corps simples [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Sur la composition de l'air en divers lieux et la densité des gaz.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

« Bien que je n'aie envisagé l'étude de l'atmosphère qu'au point de vue assez restreint de la proportion (en poids) de l'oxygène dans l'air dépouillé d'acide carbonique, de vapeur d'eau, etc., je crois utile de comparer mes résultats à ceux des principales expériences antérieures, et, en particulier, de celles de M. B. Lewy.

» Anciennes expériences. — 1° *Méthode de Dumas.* — A côté de l'erreur systématique que j'ai mise en évidence (¹), la méthode de Dumas en comporte un certain nombre d'autres plus ou moins personnelles qui empêchent de comparer utilement les résultats des divers expérimentateurs. C'est l'impression qui se dégage particulièrement des deux séries d'expériences de M. Lewy relatives à l'air capté sur la mer du Nord, à l'aller du Havre à Copenhague et au retour (²). Les proportions d'oxygène trouvées ont été :

Aller (juin) (analyses faites au laboratoire d'Œrstedt, à Copenhague)	0,2258 à 0,2262
Retour (mai) (analyses faites au laboratoire de Dumas, et sous ses yeux)	0,2304 à 0,2323

qu'il convient de comparer à celles-ci :

Air de Copenhague et d'Elseneur	0,2303
Air de Paris, d'après Dumas	0,2300

» On admettra difficilement que ces écarts contraires correspondent bien à la réalité des faits.

» 2° *Méthode de Regnault.* — La méthode eudiométrique de Regnault et Reiset comporte moins d'incertitude et permet de suivre les variations de la proportion de l'oxygène avec une sensibilité voisine de 0,0001, pourvu que la mesure des pressions et le repérage des volumes soient soigneusement exécutés au cathétomètre (³) et que la température du manchon, ou plutôt du gaz, soit repérée à 0°,01 près.

» Mais cette méthode comporte plusieurs erreurs systématiques, dont l'une mérite d'être signalée. Lorsqu'on mesure la pression avant l'explosion, l'équilibre de température peut être atteint, et la pression de la vapeur d'eau est, comme l'a montré Regnault, notablement inférieure à sa pression maxima. Après l'explosion, il faudrait

---

(¹) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 130; 1891.

(²) Lewy, *Annales de Chimie et de Physique*; 1843.

(³) Il sera nécessaire de tenir compte de mes observations sur le niveau moyen (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 744).

attendre longtemps pour qu'il en fût de même; autrement, la diminution de pression observée est trop faible, et la proportion de l'oxygène est estimée *trop bas* (1 à 3 dix-millièmes).

» Une autre erreur systématique importante entache les résultats de M. Lewy ([1]) : on admettait alors que l'hydrogène et l'oxygène se combinent exactement dans le rapport de 2 à 1. Il résulte de mes expériences que l'erreur relative commise *en plus* sur l'oxygène est 0,0012 et, par suite, celle sur le poids total 0,0003.

» Voici les résultats de M. Lewy, traduits en poids au moyen de mes densités, et diminués de 0,0004 pour les rendre comparables aux miens. La proportion de l'oxygène (en dix-millièmes) a été trouvée, pour de l'air pris :

A Paris	2320		
Au Havre	2305		
En mer, la nuit	2315	moyenne générale...	2321
Id. le jour	2325		
A Bogota, saison des pluies	2317	moyenne	2320
Id. belle saison	2322		

» A part les expériences du Havre, que je confirmerai tout à l'heure, il semblerait résulter de là que l'altitude et le voisinage de la mer n'exercent aucune influence systématique.

» *Mes expériences.* — Or j'ai trouvé, par la méthode en poids dont j'ai déjà discuté la précision, la fidélité et l'exactitude ([2]), les nombres suivants :

		Moyennes.
Paris	2318 à 2323	2320
Nice, Nîmes, Alger, en été, vent sud-ouest	2321 à 2324	2323
Plage voisine de Dieppe, brise nord en juillet	2316	2311
» » le 1er avril	2307	
Frontière belge, vent nord-est, en été	2317	2313
» » en hiver	2309	
Alpes (2060m), 7 octobre, vent violent descendant	2305	
» 8 octobre, brise ascendante	2323	
Puy de Dôme, 29 novembre, temps calme	2317	
» 22 novembre, vent sud-ouest fort	2323	

» On peut reconnaître dans ces nombres l'influence de la saison, de l'altitude, du voisinage de la mer et peut-être aussi de la latitude.

» Il m'avait semblé, par exemple (ceci remonte à 1894), que l'air de

([1]) Lewy, *Annales de Chimie et de Physique* (1852).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1072; 1893. J'adresse ici mes remercîments à MM. Hurion, colonel Renard, Brunhes, Limb, Chairy, Chauveau, Bertrand, Labois, qui ont bien voulu se charger d'exécuter pour moi un certain nombre de prises d'air.

Londres devait être moins riche en oxygène que celui de Paris : j'en trouve la preuve dans une récente Communication de Lord Rayleigh à la Société Royale (¹) sur les densités des gaz par rapport à l'air. En effet, tous les nombres de ce savant, relatifs aux gaz difficiles à liquéfier, sont supérieurs aux miens d'un peu plus de [illegible], tandis que nos densités de ces mêmes gaz par rapport à l'oxygène concordent aussi rigoureusement que possible. On peut en conclure que l'air moyen de Londres ne contient que 231 millièmes d'oxygène.

» *Densités des gaz par rapport à l'oxygène.* — Ce qui précède confirme la nécessité sur laquelle j'ai déjà insisté (²) de rapporter les densités à un gaz bien défini. J'avais choisi comme terme de comparaison l'azote. Mais l'azote atmosphérique semble devoir être mis hors de cause, parce que c'est un mélange, et l'azote chimique me paraît trop difficile à obtenir à l'état de pureté.

» Je propose donc de rapporter désormais les densités à l'*oxygène*. Pour préciser complètement les données numériques il me suffit d'ajouter que la masse du litre d'oxygène à 0°, sous la pression d'une barye, est $1^{gr},4100$.

	Par rapport à l'air sec.		Par rapport à l'oxygène.	
Gaz.	L. Rayleigh.	A. Leduc.	L. Rayleigh.	A. Leduc.
Oxygène.......	1,10535	1,10523	1	1
Azote atmosphérique.	0,97209	0,97203	0,87944	0,87948
Azote..........................	0,96737	0,96717	0,87507	0,87508
Oxyde de carbone...............	0,96716	0,96702	0,87498	0,87495
Anhydride carbonique.	1,52909	1,52874	1,3833	1,3832

» *Remarque.* — Les densités, par rapport à l'air, de ce Tableau résultent des moyennes expérimentales directes. Mais, avant de passer aux densités par rapport à l'oxygène, j'ai fait subir deux légères corrections aux nombres de Lord Rayleigh : l'une, sur l'acide carbonique, parce que sa densité a été prise à une pression un peu supérieure à la normale; l'autre, un peu plus importante, sur l'azote chimique, pour le motif suivant :

» Le nombre adopté par l'auteur est la moyenne de cinq séries de résultats correspondant à cinq préparations différentes. Or l'une de ces séries (décomposition du bioxyde d'azote) surpasse de $\frac{6}{10000}$ la moyenne des quatre autres, qui sont beaucoup plus concordantes.

» L'écart est trop grand pour n'être point systématique : il convient donc de rejeter cette série comme entachée d'erreur.

» Pour mon compte, j'ai déjà dit que mon nombre 0,96717 me paraissait approché

(¹) *Nature*, janvier 1898.
(²) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1074; 1893.

par excès et, considérant qu'on ne peut prétendre à une précision supérieure à $\frac{1}{20000}$, j'ai adopté, pour densités par rapport à l'air, les nombres

1,1052, 0,9720, 0,9671, 0,9670, 1,5287. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches relatives à l'influence des rayons* X *sur la distance explosive de l'étincelle électrique*. Note de M. S. **Guggenheimer**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Dans une Communication antérieure (¹), j'avais surtout étudié le phénomène en fonction de l'intensité des rayons Röntgen. J'ai constaté que, si l'on fait éclater l'étincelle entre des pièces de zinc, de cuivre ou de laiton, l'action des rayons X sur la distance explosive est à peu près la même, tandis qu'elle est assez irrégulière avec des boules de fer. J'ai étudié ensuite l'influence de la forme des électrodes sur la sensibilité de l'étincelle. Dans ce but j'ai fait éclater l'étincelle entre deux pointes, entre un disque et une pointe, et entre deux boules. Ces électrodes étaient en laiton.

» Voici les chiffres obtenus :

1. Étincelle entre deux pointes.

Étincelle		
sans rayons X.	avec rayons X.	Augmentation.
$0^{mm},13$	$0^{mm},28$	$0^{mm},15$
$0^{mm},17$	$0^{mm},20$	$0^{mm},03$

» Comme on le voit, l'action des rayons X sur une étincelle éclatant entre deux pointes est très irrégulière.

2. Étincelle entre un disque et une pointe.

a. Le disque forme le pôle négatif.

Étincelle		
sans rayons X.	avec rayons X.	Augmentation.
mm	mm	mm
0,43	0,50	0,07
0,30	0,41	0,11
0,20	0,36	0,16
0,42	0,58	0,16

(¹) *Comptes rendus* du 15 février 1897.

b. Le disque forme le pôle positif.

Étincelle sans rayons X.	Étincelle avec rayons X.	Augmentation
mm	mm	mm
0,43	0,925	0,495
0,35	0,65	0,30
0,35	0,64	0,29

3. Étincelle entre des boules de laiton.

Étincelle sans rayons X.	Étincelle avec rayons X.	Augmentation.
$0^{mm},15$	$0^{mm},27$	$0^{mm},12$
$0^{mm},14$	$0^{mm},26$	$0^{mm},12$

» Bien entendu, dans toutes ces expériences, l'intensité des rayons Röntgen rencontrant le micromètre restait la même.

» Il ressort immédiatement de ces chiffres que l'augmentation de la distance explosive est maxima, si l'étincelle passive passe entre un disque et une pointe, dans le cas où c'est la pointe qui forme le pôle négatif du micromètre.

» Si l'ionisation du gaz intervenait seule pour expliquer l'accroissement de distance explosive, le maximum d'action aurait lieu quand le disque est négatif. On peut donc supposer qu'il intervient un autre facteur, la densité électrique au pôle négatif du micromètre.

» 2. On connaît les belles expériences de MM. Winkelmann et Straubel, relatives à la transformation des rayons X par la fluorine, et les effets photographiques intenses qu'ils ont obtenus avec ces rayons transformés.

» Pour étudier l'action de ces rayons transformés, dans ce qui nous concerne, j'ai placé, à 1^{mm} au-dessus des boules du micromètre, une plaque de quartz d'une épaisseur de $0^{mm},5$ environ, recouverte de fluorine en poudre grossière, sur une épaisseur de $0^{mm},3$. La face saupoudrée de fluorine était tournée vers le tube de Crookes. La distance entre ce dernier et le micromètre était de $0^{m},10$. Voici les résultats :

A. *Sans interposition de la fluorine.*

	Étincelle sans rayons X.	Étincelle avec rayons X.	Augmentation.
I (*a*)...........	$0^{mm},30$	$0^{mm},42$	$0^{mm},12$
II (*a*)...........	$0^{mm},20$	$0^{mm},28$	$0^{mm},08$

B. *Avec interposition de la fluorine.*

	Étincelle sans rayons X.	Étincelle avec rayons X.	Augmentation.
I (*b*)...........	0mm,28	0mm,46	0mm,18
II (*b*)..........	0mm,20	0mm,34	0mm,14

» On voit donc que la transformation que les rayons Röntgen ont subie, pendant leur passage à travers la fluorine, a considérablement augmenté l'intensité de leur action. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le résonateur de Hertz.* Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Un résonateur circulaire de Hertz présentant une coupure fonctionne aussi facilement qu'un résonateur complet comme procédé d'investigation du champ hertzien (¹).

» I. Méthodes. — En dehors de la méthode du micromètre employée en déplaçant, soit directement le résonateur, soit un pont (moyen préconisé par M. Blondlot), j'ai fait servir la facile résonance d'un résonateur coupé, que j'ai signalée en 1895 (²), à l'établissement de méthodes plus précises.

» 1° Il suffit d'introduire dans la coupure le circuit d'une pile contenant un téléphone : dès que le résonateur vibre, l'étincelle du micromètre ferme le circuit de la pile dans le téléphone qui fonctionne alors.

» 2° Pour prévoir l'objection relative à l'entretien d'un courant auxiliaire dans le circuit du résonateur, je supprime la pile : on se contente alors de fermer le résonateur coupé par un bon téléphone.

» 3° Toute critique relative à la complexité de l'appareil investigateur tombe si l'on rend le téléphone indépendant du résonateur. Il suffit de le faire servir à rendre perceptibles à l'ouïe les décharges qui se produisent au micromètre, ce à quoi l'on parvient en en recueillant le bruit à l'aide

(¹) Ces expériences ont été faites à la Station centrale d'électricité de Bordeaux-les-Chartrons, dirigée par M. Renous, qui a bien voulu mettre à ma disposition les ressources de son usine, complétant ainsi celles que pouvait me fournir le laboratoire de Physique théorique de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(²) *Sur les expériences de Hertz* (*Procès-verbaux de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, p. 53; avril 1895).

de très sensibles microphones. Le téléphone attelé au microphone fait alors entendre les oscillations électriques.

» Outre leur commodité, ces dispositifs constituent des modes très délicats d'observation; l'oreille, pour peu qu'elle soit éduquée, apprécie la gamme des intensités avec une distinction des nuances autrement délicate que n'arrive à le faire l'œil. Ils sont donc susceptibles de donner aux mesures une grande précision. De plus, l'étude comparative d'un champ par ces trois méthodes téléphoniques et par celle du micromètre en démontre la complète équivalence.

» On peut remplacer le téléphone, dans le dispositif 1°, soit par une lampe à incandescence qui s'allume périodiquement (le procédé manque toutefois de sensibilité), soit par un galvanomètre apériodique sensible. On dispose alors d'un moyen d'observation très précis.

» II. Analyse du champ. — Prenant l'axe des x parallèle à la ligne des centres de l'excitateur et l'axe des y dans la direction des fils qui concentrent le champ, j'ai recherché comment se comporte un résonateur circulaire dont le plan est situé dans les trois positions principales :

Position I (plan des xoz), Position II (plan des xoy), Position III (plan des yoz).

» L'expérience indique l'existence de régions ventrales et nodales pour ces trois positions.

» 1° Les longueurs d'onde relatives aux positions I, II et III sont égales.

» 2° Les ventres et les nœuds des positions II et III coïncident.

» Les ventres et nœuds de la position I chevauchent sur ceux des positions II et III.

» 3° Les ventres de la position I sont aux nœuds des positions II et III et inversement.

» III. Fonctionnement du résonateur. — A. *Résonateur complet*.

» 1° Le fonctionnement du résonateur est indépendant de la direction suivant laquelle éclate l'étincelle au micromètre.

» Dans chaque position principale, on a placé successivement la coupure du micromètre dans toutes les situations possibles dans chaque plan :

Position I	Direction positive de l'axe des z ($\alpha = 0°$)	Direction négative des z ($\alpha = 180°$)
	Direction positive de l'axe des x ($\alpha = 90°$)	Direction négative des x ($\alpha = 270°$)
Position II	Direction négative de l'axe des y ($\alpha = 0°$)	Direction positive des y ($\alpha = 180°$)
	Direction positive de l'axe des x ($\alpha = 90°$)	Direction négative des x ($\alpha = 270°$)
Position III	Direction positive de l'axe des z ($\alpha = 0°$)	Direction négative des z ($\alpha = 180°$)
	Direction positive de l'axe des y ($\alpha = 90°$)	Direction négative des y ($\alpha = 270°$)

» 2° Il existe des azimuts d'extinction pour les positions I et III.

» 3° Il n'existe pas d'azimut d'extinction pour la position II.

» Pour les positions I et III, aux ventres comme aux nœuds, le micromètre placé soit à $\alpha = 90^\circ$, soit à $\alpha = 270^\circ$ ne donne aucune étincelle.

» Pour la position II, aux ventres le micromètre donne des étincelles de même ordre de grandeur dans tous les azimuts.

» 4° C'est la position du micromètre qui règle, dans ce cas (II, $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 180^\circ$), la position du ventre.

» B. *Résonateur à coupure.* — La coupure est symétrique par rapport au diamètre passant par le micromètre, ou bien dissymétrique.

» 1° Un résonateur à coupure symétrique présente les mêmes azimuts d'extinction qu'un résonateur complet.

» 2° L'azimut d'extinction ou de minimum d'effet d'un résonateur à coupure dissymétrique est tel que l'azimut d'extinction du résonateur complet passe par le milieu de la coupure.

» 3° Les lectures des sections notables relatives à un résonateur coupé doivent être rapportées à la coupure.

» On peut résumer ces énoncés ainsi :

» Dans un résonateur coupé, la coupure joue le rôle que jouait le micromètre dans le résonateur complet.

» 4° La différence entre la demi-longueur d'onde d'un résonateur complet et la demi-longueur d'onde d'un résonateur à coupure de mêmes rayons est sensiblement égale à la longueur de la coupure

$$\lambda - \lambda_c = 2c.$$

» La différence entre les demi-longueurs d'onde relatives à deux résonateurs est égale à la différence de leurs longueurs

$$\lambda - \lambda' = 2(L - L'). \text{ »}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition de l'hyposulfite et du sulfite de strontium par la chaleur et la production du sulfure stroncique phosphorescent.* Note de M. **J.-R. Mourelo.**

« A une date déjà assez éloignée, M. Forster a obtenu un sulfure de strontium, assez impur, doué d'une phosphorescence jaune verdâtre, en décomposant, par la chaleur, l'hyposulfite de strontium ; puis, un autre sulfure, à phosphorescence bleu vert, en réduisant, à la température du rouge, le sulfite de strontium (*Poggendorff Annalen*, t. CXXXIII, p. 94).

Désirant étudier les particularités de cette méthode, j'ai effectué quelques expériences, dont voici les résultats :

» Quand l'hyposulfite de strontium est décomposé par la chaleur, il en résulte toujours un mélange de sulfate de strontium, sulfure de strontium et soufre, dont les quantités relatives dépendent de la température et du temps pendant lequel elle agit. Au rouge, la décomposition commence; si le rouge vif est soutenu plus de trois heures, pour 200gr d'hyposulfite, le produit obtenu est formé presque entièrement du sulfate de strontium. Quand il a été exposé pendant une heure aux rayons directs du soleil, il présente une très faible phosphorescence, de couleur indéfinissable, et de très peu de durée. Si l'on régularise l'action de la chaleur, il n'est pas difficile d'obtenir la décomposition complète, conformément à ce que la théorie indique, et l'on a alors $4S^2O^3Sr = SSr + 4S + 3(SO^4Sr)$. Ce résidu obtenu, le produit de la décomposition de l'hyposulfite de strontium contient :

Sulfure de strontium	15,02
Soufre......................	16,12
Sulfate de strontium	68,45

» Et il présente, dans ce cas, l'intensité maxima de sa phosphorescence vert jaunâtre. Il s'agit, en somme, d'arrêter l'oxydation dans un point déterminé.

» Si l'on fait chauffer le sulfite de strontium, dans les mêmes conditions, et si l'action de la chaleur est très prolongée, le sulfite se transforme entièrement en sulfate, et alors il n'est pas phosphorescent; mais, en régularisant la température et le temps, on obtient des produits composés de sulfure et de sulfate de strontium phosphorescents, et l'intensité de la phosphorescence dépend de la quantité de sulfure de strontium que ce mélange contient. La décomposition théorique est celle-ci : $4SO^3Sr = 3(SO^4Sr) + SSr$. Dans la pratique, on obtient le maximum de phosphorescence quand le produit contient :

Sulfure de strontium	14,05
Sulfate de strontium	85,94

» Comme on voit, il ne s'agit pas, en réalité, de sulfures de strontium présentant de petites quantités de matières étrangères, auxquelles, en quelque sorte, la phosphorescence est due; mais de quantités, relativement petites, de sulfure de strontium, dissoutes dans une grande masse de sulfate, corps qui n'est pas phosphorescent, au moins dans les conditions ordinaires. Peut-être joue-t-il ici le même rôle que les substances inertes dans les expériences de M. Lecoq de Boisbaudran.

» Quelques expériences ont été faites dans le but de savoir si les mélanges résultant de la décomposition de l'hyposulfite et du sulfite de strontium sont phosphorescents, quand ils sont répandus dans la masse de corps qui ne le sont pas.

» En mélangeant des solutions saturées de chlorure de strontium et d'hyposulfite sodique, et y ajoutant de l'alcool, on a obtenu l'hyposulfite de strontium sous la forme de

précipité blanc cristallin. Ramassé dans un filtre, soumis à un léger lavage alcoolique, puis séché, ce précipité contenait :

Hyposulfite de strontium.......	73,07
Chlorure de sodium...........	26,93

» Soumis à l'action de la chaleur au rouge vif, pendant trois heures, ce mélange a donné, comme résidu, une masse fondue, d'une nuance grise, laquelle, concassée en petits fragments et exposée, pendant cinq minutes, à la lumière directe du jour, a présenté une phosphorescence d'un vert jaunâtre, aussi intense que celle qui caractérise les produits de la décomposition de l'hyposulfite de strontium, sans chlorure de sodium. Quelque chose de celui-ci avait été volatilisé dans l'expérience, et le mélange phosphorescent contenait :

Sulfure de strontium	12,96
Soufre......................	11,76
Sulfate de strontium	49,76
Chlorure de sodium...........	25,72

» La composition de ce mélange est très variable à cause de la tendance qu'a le sulfure de strontium à s'oxyder au contact de l'air.

» En traitant une solution aqueuse de chlorure de strontium par une autre, également aqueuse et saturée, de sulfite de sodium, et y ajoutant ensuite de l'alcool, on a obtenu un précipité de sulfite de strontium, lequel, lavé légèrement avec de l'alcool et séché, contenait :

Sulfite de strontium...........	84,22
Chlorure de sodium..........	15,78

» Ce corps, chauffé au rouge vif pendant trois heures, a donné une masse fondue, blanc grisâtre, dure, douée d'une phosphorescence vert bleu assez intense, par une exposition de deux minutes à la lumière directe sans insolation. Cette masse, pulvérisée et rendue homogène, se composait de :

Sulfure de strontium	12,90
Sulfate de strontium...........	73,03
Chlorure de sodium..........	14,05

» De même que dans le cas précédent, ce produit est oxydable à l'air et, à la longue, tout le sulfure de strontium qu'il contient peut se transformer en sulfate ; il perd tout à fait, dans ce cas, la propriété phosphorescente.

» Si l'on mélange intimement 100^{gr} d'hyposulfite de strontium impur, contenant à peu près 25 pour 100 de chlorure de sodium, avec 100^{gr} de sulfite de strontium dont l'impureté consiste en 16 pour 100 de chlorure de sodium, et si l'on fait chauffer ce mélange au rouge vif pendant quatre heures, on obtient une masse fondue, de couleur blanc grisâtre, donnant une phosphorescence vert jaune de moyenne intensité. C'est une substance assez homogène, de structure compacte, formée par du chlorure

de sodium et du sulfate de strontium, dans laquelle le sulfure de strontium s'est répandu, en la rendant phosphorescente (1). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins. Son utilité dans la vinification.* Note de M. **A. Bouffard** et **L. Semichon**, présentée par M. Aimé Girard.

« Il est établi que les propriétés de l'oxydase des raisins, décrites par M. Martinand (2), sont semblables à celles de l'oxydase des vins cassants étudiées par divers chimistes et notamment par l'un de nous (3).

» Pasteur (4), le premier, a montré l'action de l'air sur les moûts. M. Martinand, cherchant à préciser cette action, a indiqué (5) la possibilité de faire des vins blancs avec des raisins rouges, de la façon suivante : 1° extraire le moût sans se préoccuper de la couleur ; 2° refroidir à 10° ou 15° pour empêcher la fermentation ; 3° aérer pour précipiter la couleur ; 4° filtrer pour séparer le dépôt ; 5° fermenter. Dans un travail précédent, l'un de nous (6) a rendu ce procédé plus pratique en supprimant le refroidissement et la filtration. L'étude de certaines propriétés de l'oxydase nous ayant permis de définir son rôle, cette Note a pour but d'exposer la théorie et la pratique non seulement de la préparation des vins blancs avec les raisins rouges, mais aussi de celle de divers types de vins : vins rouges, rosés, gris ou paillets, etc.

» *Préparation des vins blancs de raisins rouges.* — Dans la préparation ordinaire de ces vins, le foulage des raisins donne un moût rosé que l'on décolore avant ou après fermentation par une quantité sensible d'acide sulfureux, qui donne souvent au vin un goût de soufre désagréable. De plus, la couleur, masquée mais non détruite, revient à mesure que les soutirages favorisent le départ et l'oxydation du gaz sulfureux. La vinification par aération évite ces graves inconvénients.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

(2) V. Martinand, *Comptes rendus*, 7 octobre 1895.

(3) A. Bouffard, *ibid.*, 9 avril 1894 et 29 mars 1897.

(4) Pasteur, *Étude sur les vins*, p. 98.

(5) V. Martinand, *Comptes rendus*, 24 juin 1895.

(6) L. Semichon, *Revue de Viticulture*, 27 mars 1897.

» Ce procédé comprend trois opérations : 1° extraction du moût; 2° décoloration par l'air; 3° fermentation.

» 1° Les modes d'extraction du moût doivent être envisagés au point de vue de la quantité d'oxydase qu'ils font entrer en solution. Cet agent étant localisé dans le tissu vasculaire du raisin, un foulage léger donne un moût qui, pauvre en oxydase, se décolore péniblement; un foulage plus énergique déchire les fibres, donne un moût riche et d'une décoloration facile. Quel que soit le foulage, un moût, tenant en suspension les parties ligneuses de la pulpe, apporte assez de principe oxydant pour se décolorer.

» 2° Par l'action combinée de l'air et de l'oxydase la matière colorante devenue insoluble se précipite. Dans ce phénomène la division du liquide et la durée du contact ont plus d'influence que la quantité d'air. Cela résulte d'expériences faites sur un moût franchement rose, dans lequel nous avons fait varier tour à tour ces trois facteurs. L'action décolorante était mesurée au moyen d'une solution titrée d'acide sulfureux ($1^{lit} = 0^{gr},091$); nous avons admis, après expérience, que la différence entre les volumes de liqueur titrée nécessaires pour la décoloration complète, avant et après action de l'air, était sensiblement proportionnelle à la quantité de couleur disparue. Ainsi un volume d'air égal au $\frac{1}{3}$ du volume du moût est suffisant pour la décoloration après un quart d'heure d'agitation; un excès d'air ne diminue pas la durée du phénomène. Pour une proportion donnée d'air et de moût la décoloration est sensiblement proportionnelle au temps. Ce moût, renfermé dans des flacons de 60^{cc}, se décolore d'autant plus vite que l'agitation multiplie davantage les contacts avec l'air confiné.

» Une aération prolongée ou trop énergique fait passer la couleur au jaune, puis au brun, nuances commercialement mauvaises. Bien que l'air et la fermentation concourent à détruire l'activité de l'oxydase, il arrive parfois qu'il en reste assez dans les vins faits pour les exposer au brunissement. Il y a donc intérêt en pratique à limiter l'aération et à empêcher toute action ultérieure de l'oxydase.

» On suivra la marche et les effets de l'aération en filtrant quelques centimètres cubes de moût; celui-ci doit passer, en fin d'opération, sans teinte sensible de rose ou de jaune. Pour éviter, après décoloration, le brunissement, semblable quant à sa cause à la casse diastasique des vins rouges, on se servira de faibles doses d'acide sulfureux (2^{gr} à 5^{gr} par hectolitre). Cet agent, décolorant indispensable dans la préparation ordinaire des vins blancs, devient ici, en détruisant l'oxydase, un ennemi de la fabrication

par aération. On se gardera de l'employer avant décoloration complète par l'air.

» A la suite d'importantes opérations faites aux vignobles nous résumerons la pratique du procédé.

» L'*extraction* du jus se fera à l'aide d'appareils donnant un foulage modéré, sans briser les parties vertes des grappes; lorsque cette extraction aura fourni 50 à 60 pour 100 de jus, le vin rouge obtenu par le cuvage des résidus sera plus fin et moins âpre.

» L'*aération* s'effectuera par un barbotage d'air très divisé dans un volume de moût de 15^{hl} à 20^{hl}. L'action du courant d'air produit par un soufflet ou par une pompe sera facilement surveillée et arrêtée au point voulu après dix à trente minutes environ.

» Le moût décoloré, prêt à fermenter, sera additionné d'acide sulfureux sous forme de bisulfite de potasse. Le retard apporté à la fermentation permettra un débourbage, s'il est avantageux.

» La *fermentation*, favorisée par l'aération, sera conduite comme à l'ordinaire. Les flocons de matière colorante oxydée et insoluble se déposeront avec les lies sans qu'il soit nécessaire de filtrer.

» Les vins blancs obtenus ainsi ont sur les vins décolorés au soufre les avantages signalés plus haut; leur composition analytique n'est pas modifiée. Ils sont en tous points comparables aux vins de raisins blancs.

» Dans la *préparation des vins rouges*, un foulage trop énergique, accompagné d'une aération exagérée, est la cause de la perte d'une partie de la couleur. Il est avantageux d'ajouter à la sortie du fouloir un peu d'acide sulfureux (2^{gr} à 5^{gr} par hectolitre) qui, supprimant cet inconvénient, agira préventivement contre la casse.

» Les *vins rosés* ont une teinte rose vif, sans mélange de jaune; mais souvent ces vins, contenant de l'oxydase, passent à la nuance saumon des vins paillets. On rend leur couleur stable en additionnant le moût, avant ou après fermentation, des mêmes doses d'acide sulfureux. La couleur, atténuée par ce fait, reprend, par aération, son intensité et sa fixité qu'aucune oxydation ne peut altérer.

» Les *vins paillets* ont une teinte saumon, intermédiaire entre le rose et le jaune. C'est encore l'oxydase qui jaunit la couleur rose originelle du moût. Il suffit de quelques traces d'acide sulfureux, quand la nuance est atteinte, pour la conserver.

» Pour les *vins blancs* de raisins blancs, qui, pour la même cause, bru-

nissent au contact de l'air, on constate encore le rôle conservateur de l'acide sulfureux.

» Nous conclurons que l'oxydase des raisins est à la fois un ennemi et un auxiliaire de la vinification, dont on peut utiliser ou empêcher les effets. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Acide phyllocyanique et les phyllocyanates.* Note de M. A. GUILLEMARE, présentée par M. Arm. Gautier. (Extrait.)

« Les recherches que j'expose ici ont été commencées déjà à l'époque où M. Fremy faisait ses recherches sur la chlorophylle (1877); elles ont pour objet de constater qu'il est possible et même relativement facile, en partant directement des végétaux : 1° de transformer leur chlorophylle en acide phyllocyanique; 2° d'isoler cet acide à l'état de pureté; 3° de partir de cet acide pour obtenir les phyllocyanates des bases salifiables minérales ou organiques.

» 25 kilogrammes de feuillages divers, tels qu'épinards et orties, ont été traités, à la température moyenne de 90°, par 6^{lit} d'une lessive de soude caustique ayant pour densité 1,056 (8° Baumé).

» Nous avons reconnu que la liqueur ainsi obtenue (14^{lit}) n'est pas une simple dissolution de chlorophylle dans la soude; sa remarquable couleur d'un très beau vert est due au phyllocyanate de soude, plus ou moins impur mais pouvant servir à obtenir de l'acide phyllocyanique pur et en quantité indéfinie.

» A cet effet, on sépare d'abord de son sel sodique l'acide phyllocyanique impur à l'aide de l'acide chlorhydrique ordinaire étendu de cent fois son volume d'eau.

» L'expérience réussit parfaitement si l'on a eu le soin, avant de chercher à précipiter l'acide phyllocyanique, de saturer d'acide carbonique le phyllocyanate impur de soude, et de l'isoler de l'atmosphère à l'aide de ce même gaz, et à condition aussi de prendre les précautions nécessaires pour éviter toute élévation de température qui ferait passer, pendant l'opération, du vert au brun l'acide phyllocyanique et le décomposerait.

» L'acide phyllocyanique, précipité avec les précautions indiquées, est réuni, centrifugé s'il est nécessaire, puis lavé sur un filtre. Il est instantanément et entièrement soluble, à froid, sans altération aucune, dans des

liqueurs à 1 pour 100 de potasse et de soude caustique, ou même d'ammoniaque.

» Mais, pour le purifier, il convient de remplacer les alcalis caustiques par leurs *carbonates étendus* et *employés en quantité insuffisante* pour dissoudre la totalité de l'acide phyllocyanique. On empêche ainsi la redissolution des acides divers, gras, résineux, albuminoïdes et autres qui restent insolubles.

» En répétant l'opération, on isole à chaque fois sur les filtres, ou bien l'on entraîne dans les eaux de lavage, les corps étrangers solubles ou insolubles, y compris les substances diverses que contiennent les feuilles des plantes employées.

» Les mêmes résultats peuvent être obtenus, mais moins facilement, en substituant, au début, à la lessive de soude, une lessive de potasse de même densité.

» On précipite ensuite définitivement l'acide phyllocyanique de l'un de ces phyllocyanates alcalins, au moyen d'un courant d'acide carbonique entraînant des vapeurs d'acide chlorhydrique. Après lavage à l'eau, on le sèche à l'abri de la lumière dans le vide sec.

» Qu'il soit plus ou moins pur, les caractères de ce corps sont ceux de l'acide appelé *phyllocyanique* par M. Fremy [1] dans son beau travail sur le *phyllocyanate de potasse*, dont il admettait la préexistence dans les feuilles des végétaux terrestres.

» Chacun des phyllocyanates alcalins permet d'obtenir à l'état de pureté, par voie de double décomposition, autant de phyllocyanates différents qu'il existe de bases salifiables minérales ou organiques.

» Ont été préparés dans le laboratoire à l'état de pureté, et, par conséquent analysables, conformément aux règles qui précèdent : les phyllocyanates solubles de potassium, sodium, ammonium; les phyllocyanates insolubles ou peu solubles de calcium, magnésium, baryum ; ceux de fer, aluminium, zinc, cadmium, cuivre, strontium, plomb, mercure, argent, quinine et cinchonine.

» Plusieurs de ces derniers présentent de l'intérêt au point de vue industriel ainsi qu'en pharmacologie.

» Cinq de ces phyllocyanates ont été analysés. Mais la fixation du poids moléculaire de l'acide présente quelques difficultés, peut-être à cause de l'oxydation et des altérations qu'entraîne une dessiccation complète, peut-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 983 et suiv.; 1877.

être aussi grâce à une dissociation par l'eau de quelques-uns de ces sels.

» Ces déterminations pourront être l'objet d'une nouvelle Communication à l'Académie, aussi bien que la question de savoir si la phyloxantine préexiste dans les végétaux ou si sa formation n'est pas postérieure à celle du phyllocyanate alcalin dont elle dériverait. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« Des expériences déjà anciennes de A. Mosso (¹) ont montré que le sérum du sang d'anguille est extrêmement toxique pour un grand nombre d'animaux.

» Au cours de recherches sur la toxicité de ce sérum (²), nous avons observé un phénomène nouveau : quand on injecte dans une veine d'un lapin de 1800gr environ deux ou trois dixièmes de centimètre cube de ce liquide ou deux ou trois centièmes de centimètre cube dans une veine d'un cobaye de 400gr environ, il se produit très rapidement de l'injection irienne, une hémorragie nasale et de l'hémoglobinurie; on trouve dans l'urine de ces animaux des cylindres granuleux en quantité; si l'on recueille du sang artériel et qu'on le soumette à l'action de la force centrifuge, le sérum présente une coloration rouge des plus intenses, due à la grande quantité d'hémoglobine dissoute.

» Le sérum d'anguille détruit donc *in vivo* les globules rouges (³). Pour déterminer l'intensité de cette action globulicide, nous avons employé la méthode d'Hamburger (variation de la résistance des globules rouges dans des solutions de sel marin à des titres divers; on apprécie cette résistance par ce fait que les globules laissent diffuser leur matière colorante plus ou moins facilement), en nous servant du procédé de A. Mosso (⁴).

» Soit une série de lapins de la même race et de la même portée, vivant dans les mêmes conditions; on leur prend un peu de sang artériel dont on fait tomber une goutte dans des quantités égales d'une solution de sel marin à des titres divers, depuis 0gr,48 pour 100 jusqu'à 0gr,66; à partir de la solution à 0gr,52, il n'y a plus de diffu-

(¹) A. Mosso, *Arch. ital. de Biol.*, t. X, p. 141.

(²) L. Camus et E. Gley, *Soc. de Biol.*, 29 janvier 1898.

(³) On sait depuis longtemps déjà que le sérum du sang d'une espèce animale détruit les globules du sang d'une autre espèce; on a quelquefois qualifié cette action de *globulicide*.

(⁴) Voir A. Mosso, *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*, 1887, et G. Viola, *Gazz. degli Ospitali*, 1894, n° 12.

sion de l'hémoglobine; c'était donc là pour ces animaux la solution isotonique [1] au plasma sanguin, selon l'expression usitée; et c'est là en tout cas un moyen simple et commode d'apprécier la résistance globulaire. Or, nous avons vu que, si, dans ces solutions de chlorure de sodium, on introduit, avant d'y faire tomber la goutte de sang, une goutte de sérum d'anguille dilué de telle sorte que, dans les solutions employées de sel marin, cette dilution soit à des titres variant de $\frac{1}{100}$ de centimètre cube à $\frac{1}{15000}$ de centimètre cube, la résistance des globules diminue à un tel point que l'hémoglobine diffuse encore dans des solutions hyperisotoniques (0,70 de NaCl pour 100). L'action globulicide du sérum d'anguille est donc d'une intensité telle qu'il n'en a jamais été, croyons-nous, constaté de semblable [2].

» Il n'en va pas ainsi chez tous les animaux. Nous avons éprouvé par la même méthode la résistance des globules de plusieurs hérissons; normalement, cette résistance variait entre 0,60 et 0,66: elle était donc notablement plus faible que celle des lapins dont il a été question ci-dessus; mais, par contre, elle est très grande vis-à-vis du sérum d'anguille : dans une solution de sel marin à 0,68 pour 100 et à $\frac{1}{50}$ de centimètre cube de sérum d'anguille, celui-ci n'amène pas de diffusion de l'hémoglobine. C'est là un phénomène spécifique, d'autant plus remarquable que la résistance normale des globules du hérisson est relativement faible, et qu'il convient de rapprocher d'un autre fait, que nous avons également découvert, à savoir que le sérum d'anguille est beaucoup moins toxique pour le hérisson que pour le cobaye, ou le lapin, ou le chien [3].

» Il importait de savoir si cette résistance des globules du hérisson tient à une propriété des globules eux-mêmes ou à quelque substance du plasma sanguin qui agirait comme antagoniste du sérum d'anguille. Pour juger cette question, nous avons ajouté, dans tous nos tubes contenant des dilutions de ce sérum, une goutte de sérum sanguin de hérisson; puis nous avons fait tomber la goutte de sang de lapin; la résistance de ce sang s'est trouvée diminuée comme d'habitude. Mais il faut remarquer que, dans des tubes témoins (c'est-à-dire ne contenant que du sérum de hérisson), il y a sortie de l'hémoglobine des globules dans des solutions hyperisotoniques. C'est naturellement que, comme tout sérum étranger, celui de hérisson

---

(1) Ces animaux avaient donc une résistance globulaire élevée; celle-ci correspond en général chez le lapin à des solutions de chlorure à $0^{gr},58$-$0^{gr},60$.

(2) Nous cherchons actuellement s'il est possible de séparer cette action globulicide de l'action toxique générale du sérum d'anguille.

(3) L. Camus et E. Gley, *Soc. de Biol.*, 29 janvier 1898.

est globulicide pour le sang de lapin. Cette expérience ne pouvait donc trancher la question ([1]).

» Nous croyons avoir résolu le problème par une autre expérience.

» Nous avons immunisé des lapins contre le sérum d'anguille par des injections intra-veineuses de petites doses de ce liquide, à deux ou trois jours d'intervalle, pendant une période de huit jours environ. Or, les globules du sang de ces animaux se sont comportés comme ceux du sang de hérisson vis-à-vis du sérum d'anguille; ils avaient donc acquis une résistance spécifique extraordinaire. Et ainsi la question se posait de nouveau : le phénomène tient-il à une propriété des globules où du plasma? La question est tranchée par l'expérience suivante : dans nos tubes nous mélangeons une goutte de sérum d'anguille à une dilution très efficace et une goutte de sérum de lapin immunisé; l'action globulicide du sérum d'anguille ne se manifeste plus. Par une série de tubes témoins, on constate en même temps que le sérum d'animal immunisé augmente légèrement la résistance normale des globules.

» Le sérum des animaux immunisés a donc acquis, par le fait de l'immunisation, une propriété qu'il ne possédait pas. Et ainsi cette expérience très simple fournit la preuve directe, *in vitro*, de la présence d'une antitoxine dans le sang d'animaux immunisés ([2]).

» Ces expériences montrent aussi, croyons-nous, qu'à côté des données purement physiques que met en jeu la méthode de Hamburger et des notions qu'on a pu tirer de son application, il importe d'accorder une très grande part aux actions d'ordre chimique dont l'importance même apparaît grâce à l'emploi de cette méthode. Dans nos expériences, en effet, ce sont des quantités évidemment infinitésimales de matière, et en elles-mêmes et par rapport au volume des solutions isotoniques, qui suffisent à modifier très profondément le globule, et des quantités aussi faibles d'une autre matière qui suffisent à empêcher la première de produire cette altération ([3]).

([1]) Il est possible pourtant que le sérum normal de hérisson possède une action antagoniste de l'action globulicide du sérum d'anguille, mais on ne peut le constater par de telles expériences.

([2]) Les expériences de C. Phisalix et G. Bertrand (*Arch. de Physiol.*, 5e série, t. VI, p. 611; 1894) et de J. Héricourt et Ch. Richet (*Soc. de Biol.*, 23 janvier 1897, p. 74) ont montré que le sérum du sang d'un animal immunisé contre le venin de vipère ou contre le sérum d'anguille, injecté à un autre animal, protège celui-ci contre l'action de ces substances toxiques.

([3]) A moins qu'il ne s'agisse ici simplement d'une neutralisation chimique du sérum toxique par l'antitoxine.

» Un certain nombre de faits rapprochant l'action du sérum d'anguille de celle des venins et des toxines microbiennes, nous avons été naturellement amenés à entreprendre avec quelques-unes de ces substances des recherches analogues à celles qui viennent d'être rapportées. Cette étude est en voie d'exécution. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La tyrosine, vaccin chimique du venin de vipère.* Note de M. C. PHISALIX, présentée par M. Chauveau.

« Dans une récente Communication ([1]) j'ai montré que la cholestérine extraite des calculs biliaires exerce, vis-à-vis du venin de vipère, une action immunisante bien marquée. J'ai répété mes expériences avec deux nouveaux échantillons de cholestérine qui m'ont été obligeamment fournis par M. le professeur Arnaud, auquel j'adresse tous mes remercîments. L'un d'eux était de la cholestérine végétale, qu'il a découverte dans la carotte et fondant à 136°; l'autre, de la cholestérine extraite des calculs biliaires et fondant à 146°. Avec ces deux substances, d'origine différente, on peut conférer aux animaux l'immunité contre le venin. La fusion à 146° n'enlève pas à la cholestérine ses propriétés.

» L'explication de ces faits soulève de nombreux problèmes. Mais, avant de les aborder, j'ai cherché s'il n'existerait pas d'autres vaccins chimiques dans les composés organiques définis extraits des végétaux et des animaux. Parmi ceux-ci il en est un qui joue un rôle capital dans la constitution des matières albuminoïdes dont il constitue le noyau : c'est la *tyrosine*. Ce corps existe en grande abondance dans certains végétaux, particulièrement dans les *tubercules de Dahlia* et un champignon, la *Russule noircissante*. C'est de ces végétaux que M. G. Bertrand l'a retiré à l'état de pureté parfaite ([2]). Il a bien voulu m'en donner la quantité nécessaire pour l'étude dont je vais exposer les principaux résultats.

» La substance blanche, entièrement formée de cristaux de tyrosine, est très peu soluble dans l'eau, mais elle s'y divise en particules si ténues qu'elle reste en suspension dans le liquide auquel elle donne un aspect laiteux. Un tel mélange, dans la proportion de 1 pour 100, peut être inoculé facilement et sans danger sous la peau d'un cobaye à la dose de 2^{cc} à 3^{cc}. Il se produit un léger gonflement au point d'inoculation,

([1]) *Comptes rendus*, 13 décembre 1897.

([2]) *Soc. chim. de Paris*, 1896.

mais il ne survient aucun accident général. L'injection intra-péritonéale est moins inoffensive : elle détermine un abaissement de température de quelques degrés; mais ce malaise est de courte durée et l'animal revient à l'état normal.

» Les animaux qui ont reçu cette émulsion de tyrosine peuvent être éprouvés au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures avec une dose de venin mortelle en cinq ou six heures pour les témoins : ils n'éprouvent pas de symptômes généraux d'envenimation, leur température ne s'abaisse pas; toutefois, quelques accidents locaux peuvent se manifester.

» Il suffit de 5^{mg} de tyrosine pour vacciner un cobaye, mais on comprend que l'immunité est plus ou moins forte et durable suivant la dose. En général, avec 10^{mg} à 20^{mg} l'immunité est déjà très prononcée au bout de vingt-quatre heures; elle peut durer encore après vingt-cinq jours; quelquefois cependant elle a disparu vers le quinzième jour.

» Injectée en même temps que le venin, mais dans un point différent du corps, la tyrosine peut retarder la mort de plusieurs heures, mais elle n'est pas capable de l'empêcher : elle n'est donc pas antitoxique. Elle n'est pas non plus un antitode chimique; mélangée au venin, elle ne le détruit pas et le mélange est aussi toxique que le venin seul.

» La tyrosine qui a servi à ces expériences peut être considérée, d'après la méthode de préparation employée [1], comme débarrassée de toute substance étrangère. D'autre part, la tyrosine animale, dans la préparation de laquelle toutes les substances albuminoïdes sont détruites, possède aussi les mêmes propriétés antivenimeuses que la tyrosine végétale. Ajoutons, dans le même ordre d'idées, que la tyrosine chauffée à 120° pendant vingt minutes ne perd pas ses propriétés immunisantes.

» De tous ces faits il ressort clairement que *la tyrosine peut être considérée comme un nouveau vaccin chimique du venin de vipère.*

» En ce qui concerne la tyrosine des tubercules de Dahlia, il était naturel de penser que le suc des tubercules où elle est en dissolution devait aussi se comporter comme un vaccin.

» C'est, en effet, ce qui a lieu. Il suffit de 1^{cc} à 2^{cc} de ce suc fraîchement exprimé, pour vacciner un cobaye contre une dose mortelle de venin. Or, si la tyrosine seule agissait, il faudrait 10^{cc} environ de ce suc, puisque, d'après M. Bertrand, la tyrosine s'y trouve dissoute dans la proportion de $0^{gr},5$ par litre et qu'il en faut 5^{mgr} pour produire l'état vaccinal. Il est donc probable que d'autres substances confèrent au suc de Dahlia ses propriétés antivenimeuses. La composition de ce suc est, du reste, très complexe, et son étude physiologique exige de nouvelles recherches. En attendant, il était intéressant de signaler ce fait comme *le premier exemple*

(1) Voir G. Bertrand, *loc. cit.*

connu d'un végétal dont le suc cellulaire est doué de propriétés immunisantes contre un venin. »

ANATOMIE. — *La névroglie de l'encéphale chez les Poissons.* Note de M. **Catois**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les éléments de soutènement (stützzelen) dans l'encéphale chez les Poissons sont surtout représentés par les cellules épendymaires (epithelzellen, ependymzellen); ces cellules ont été parfaitement étudiées, décrites par les auteurs et sont bien connues; nous ne faisons donc que les mentionner ici, en insistant seulement sur les deux points suivants :

» 1° Chez les jeunes sujets ces cellules épithéliales constituent, seules, toute la névroglie; elles s'insèrent sur les parois des cavités ventriculaires par leur extrémité interne ou centrale, se dirigent en sens radiaire vers la surface extérieure du névraxe et se terminent sous la pie-mère par leur extrémité périphérique ou externe au moyen d'un petit renflement conique.

» 2° Cette disposition embryonnaire, persistante chez les adultes dans les cellules épendymaires qui vont des parois antérieure et postérieure du canal central pour s'insérer au fond du sillon médian antérieur ou postérieur de la moelle épinière (coins épendymaires de Retzius), se retrouve également au niveau des parois supérieure et inférieure (partie médiane) des troisième, quatrième ventricules cérébraux et de l'aqueduc de Sylvius, cavités modifiées du canal neural primitif.

» Devons-nous admettre maintenant que, dans l'encéphale des Poissons, *toutes* les cellules épendymaires conservent, même chez l'adulte, leur disposition primitive et qu'il n'existe pas chez ces Vertébrés inférieurs d'autre névroglie que celle qui est constituée par les expansions périphériques de l'épithélium épendymaire?

» Rappelons à ce sujet les travaux de Fritjof Nansen (1) et de G. Retzius (2) sur les éléments de soutènement dans la moelle épinière des Cyclo-

---

(1) Fr. Nansen, *Structur and combination of the histological elements of the central nervous system. Bergen's museums Aarsberetning for* 1886. (Bergen, 1887.)

(2) G. Retzius, *Zur Kenntnis des centralen Nervensystems von Myxine glutinosa* (*Biolog. Untersuchungen,* N. F., II, Stockholm; 1891).

stomes; M. v. Lenhossék [1] mentionne la présence de véritables cellules névrogliques (astrocyten) dans la moelle épinière des Sélaciens. Nous avons pu, nous-même, réussir l'imprégnation de ces cellules dans la moelle d'un fœtus d'Acanthias de $0^{cm},15$ de longueur et nos préparations histologiques récentes reproduisent absolument le dessin (*fig.* 32) de M. v. Lenhossék (*loc. cit.*, p. 240).

» D'autre part, M. Athias [2], dans son excellent travail sur la structure histologique de la moelle épinière du Têtard de la Grenouille, partage l'opinion de Cl. Sala [3] et, considérant les *cellules en araignée* observées et dessinées par Lavdowsky [4], chez la Grenouille, comme le résultat d'imprégnations défectueuses, se refuse à admettre l'existence de véritables *cellules en araignée* ou *astrocyten* chez les Batraciens (animaux placés plus haut, dans la série animale, que les Poissons). La question est donc en litige.

» Les recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années sur l'encéphale des Poissons nous ont permis de faire les constatations suivantes :

» 1° Les cellules épendymaires peuvent, chez l'adulte, émigrer de leur emplacement ordinaire (cavités ventriculaires) et ces éléments déplacés conservent encore leur expansion soit périphérique, soit centrale, plus ou moins modifiée ou atrophiée.

» 2° La migration et la transformation des éléments épithéliaux peuvent même s'étendre plus loin; c'est ainsi que nous avons, plusieurs fois, constaté la présence de véritables cellules en araignée dans la substance blanche de l'encéphale, chez les Poissons.

» Nous nous réservons, dans un travail prochain, de décrire ces éléments névrogliques en indiquant leur situation anatomique exacte dans le cerveau; nous nous bornerons aujourd'hui à signaler leur présence dans le télencéphale, le diencéphale, le mésencéphale et le métencéphale de *Raia clavata*, *Raia batis* et *Raia punctata* parmi les Élasmobranches; dans

---

(1) M.-V. Lenhossék, *Der feinere Bau des Nervensystems im lichte neuester Forschungen* (2. Auflage, 1895).

(2) M. Athias, *Structure histologique de la moelle épinière du Têtard de la Grenouille* (*Bibliographie anatomique*, n° 1, p. 87, janvier-février; 1897).

(3) Sala y Pons (Cl.), *La neuroglia de los Vertebrados* (*Tesis del Doctorado*, Madrid; 1894).

(4) Lavdosky, *Vom Aufbau des Rückenmarks* (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd. XXXVIII; 1891).

le diencéphale, le mésencéphale et le myélencéphale de *Platessa vulgaris*, *Gadus luscus*, *Scomber scomber* parmi les Téléostéens.

» Ces éléments névrogliques nous ont paru être surtout plus abondants dans les parties de l'encéphale où des contacts inutiles doivent être évités entre les éléments nerveux (rôle isolateur); sur certains points de nos préparations, nous avons aussi nettement constaté les rapports de ces cellules névrogliques avec les vaisseaux capillaires.

» Les faits que nous venons d'exposer sommairement résultent d'observations multiples et répétées, effectuées au moyen des méthodes rapides d'imprégnations (Golgi-Cajal), méthodes simple ou double ([1]). Pour réussir à mettre en évidence les *astrocyten* dans l'encéphale des Poissons, il nous a semblé qu'une des premières conditions était la suivante : la durée du premier bain (mélange osmio-bichromatique) ne doit pas dépasser dix-huit à vingt heures.

» Si les cellules et les fibres nerveuses ne sont ainsi que peu ou pas imprégnées, les éléments névrogliques apparaissent néanmoins avec netteté. Lorsque la durée de ce premier bain dépasse vingt-quatre heures, les cellules et les fibres sont imprégnées, mais alors les cellules en araignée ne le sont plus. (Effet probable du *surdurcissement* de ces éléments pendant le premier bain et de la *non-diffusion* du chromate d'argent dans ces mêmes éléments pendant le second bain.)

» Ces remarques, d'ordre purement technique, paraissent confirmer, d'ailleurs, les observations de Oyarzum ([2]) et les indications de Lenhossék ([3]) relatives à l'imprégnation de la névroglie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les limites morphologiques des anneaux du tégument et sur la situation des membranes articulaires chez les Hyménoptères arrivés à l'état d'imago.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Emile Blanchard.

« La limite de deux anneaux successifs du tégument est bien nette sur la surface extérieure du corps de la larve d'un Hyménoptère, mais il n'en

---

([1]) Travaux faits aux laboratoires maritimes de Tatihou, de Luc-sur-Mer et au laboratoire d'Histologie de l'École de Médecine de Caen.

([2]) Oyarzum, *Ueber den fenieren Bau des Vorderhirns der Amphibien* (*Arch. für mik. Anat.*, Bd XXXV; 1890).

([3]) M. v. Lenhossék, *loc. cit.*, p. 11.

est plus de même chez l'imago. Je me propose, ici, de préciser la situation de cette limite, et je prendrai comme exemple la Fourmi. La *fig.* 1 donne l'ensemble d'une coupe sagittale des téguments d'une *Myrmica rubra*, avec l'indication des anneaux postcéphaliques. La *fig.* 2, reproduction très am-

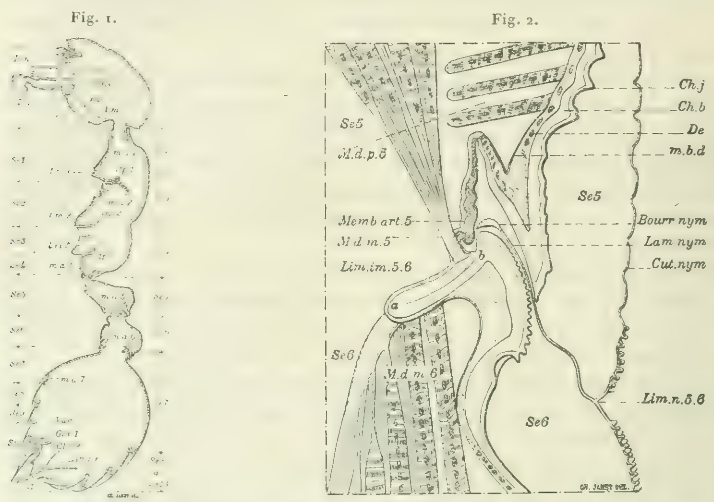


Fig. 1. — *Myrmica rubra*, ouvrière. Coupe sagittale du tégument. *Se* 1 *à Se* 13, les 13 anneaux postcéphaliques; *Ap.* 1 à *Ap.* 3, apodèmes du corselet; *l. m*, *l. m.* 1, *l. m.* 3, lamelles médianes ventrales; *m. a.* 1, *m. a.* 2, membranes articulaires thoraciques; *m. a.* 4 à *m. a.* 7, membranes articulaires post-thoraciques; *De*, hypoderme; *Ch*, chitine; *Lbr*, labre; *Bch*, bouche; *Cav*, cavité supralabiale; *Lbi*, labium; *Gl. lbi*, glande labiale; *Vag*, vagin; *Sty*, stylet; *Gor*, gorgeret; *Gl. v.* 1, glande de Dufour; *Gl. v.* 2, glande à venin; *An*, anus; *Amp. r*, ampoule rectale.

Fig. 2. — *Myrmica* peu avant l'éclosion. Coupe sagittale de la région d'union des 5e et 6e arceaux dorsaux. 1° Exuvies nymphales : *Cut. nym*, cuticule nymphale; *Lim. n.* 5. 6, limite des 5e et 6e anneaux de la nymphe; *Lam. nym*, lamelle annulaire; *Bourr. nym*, bourrelet marginal. 2° Imago : *m. b. d*, membrane basale; *De*, hypoderme; *Ch. b*, chitine blanche; *Ch. j*, chitine jaune durcie *Memb. art.* 5, membrane articulaire de *Se* 5.

plifiée d'une partie de la figure précédente, représente la région d'union des cinquième et sixième arceaux dorsaux chez une nymphe prête à éclore. Sur la cuticule nymphale (*Cut. nym.*) la limite séparative des anneaux (*Lim. n.* 5, 6) est bien marquée.

» Pendant toute la période larvaire, l'animal est recouvert de cuticules minces qui se forment successivement et sont rejetées au moment des mues. Grâce à des replis tégumentaires qui s'étaleront ensuite, chacune de ces cuticules est, dès son apparition, plus grande que la cuticule précé-

dente qui vient de se détacher, mais qui, cependant, l'enveloppe encore pendant quelque temps avant la mue. Ces cuticules n'envoient, au niveau des sillons interannulaires, aucun prolongement vers l'intérieur du corps.

» Il n'en est plus de même pour les cuticules nymphales. La dernière de ces cuticules (*fig.* 2) se forme d'abord, elle aussi, sans présenter de prolongement interne au niveau des sillons interannulaires, mais bientôt il se produit, à ce niveau, un repli de l'hypoderme. Les deux feuillets de ce repli restent accolés. Ils produisent une lame annulaire (*Lam. nym.*) dont les strates supérieures appartiennent au zoonite précédent et les strates inférieures au zoonite suivant. Cette lame annulaire est bordée d'un bourrelet marginal (*Bourr. nym.*).

» A la période suivante, l'hypoderme se détache de la cuticule nymphale que je viens de décrire et se trouve pourvu, sur tout son pourtour, à l'emplacement de la lame annulaire (*Lam. nym.*), d'un sillon très profond.

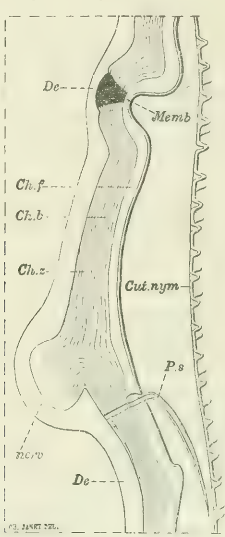
» C'est au fond de ce sillon que se trouve la limite morphologique des deux anneaux. A la suite des phénomènes de contraction si remarquables qui donnent à la nymphe les formes définitives de l'imago, apparaît une nouvelle cuticule, définitive elle aussi. Les premières strates de cette cuticule sont pourvues des sculptures superficielles du tégument et présentent sur toute la surface du corps une dureté très prononcée. Mais bientôt, aux endroits qui doivent former des membranes articulaires, les strates suivantes changent de nature et se trouvent formées d'une chitine relativement molle. A la partie tout à fait supérieure de l'anneau *Se* 6, il se forme, sous les premières strates de la cuticule naissante, un repli hypodermique dont les faces, en contact suivant la ligne *ab*, produisent, vers l'intérieur du corps, une forte nervure de raidissage, qui est une formation définitive du squelette tégumentaire de l'imago.

» Si l'on considère que les muscles dorsaux longitudinaux (*M.d.m.* 5 et *M.d.m.* 6) appartiennent tout entiers, leurs tendons d'insertion compris, le premier au cinquième et le second au sixième anneau postcéphalique, on voit non seulement que la membrane articulaire (*Memb. art.* 5) appartient tout entière au cinquième anneau, mais qu'elle semble même ne pas être terminale, car une partie de la nervure rigide *ab* paraît appartenir au même zoonite qu'elle. Le nom de *membrane intersegmentaire* que l'on donne généralement à une telle membrane, justifié par ses fonctions physiologiques, est donc inexact au point de vue morphologique.

» Si l'on procède à un examen analogue dans la région d'union du mésosternum avec le prosternum ou du prothorax avec la tête, on trouve

que les choses se passent de la même façon, avec cette différence que la membrane articulaire qui permet les mouvements d'un anneau par rapport à l'anneau voisin appartient non plus à l'anneau précédent mais à l'anneau suivant.

Fig. 3. — *Myrmica rubra.*



Nymphe de reine sur le point d'éclore. Coupe d'une membrane articulaire et d'une nervure situées dans la région dorsale du mésothorax. *Ch. f,* chitine dure de couleur foncée; *Ch. b,* chitine moins dure; *Ch. z,* lignes indiquant la stratification; *De,* hypoderme; *Memb,* membrane articulaire; *P. s,* poil sensitif; *Cut. nym,* cuticule nymphale.

» Si donc on considère chez l'Hyménoptère l'ensemble du métathorax (*Se* 3) et du premier anneau postcéphalique (*Se* 4) qui lui est soudé d'une façon rigide, comme la base fixe des mouvements relatifs des anneaux situés en avant et de ceux situés en arrière de cet ensemble, la situation de la membrane articulaire destinée à permettre les mouvements relatifs de deux anneaux successifs peut être définie de la façon suivante : elle est située dans le voisinage de la limite morphologique des deux anneaux, non pas sur l'anneau relativement mobile, mais bien tout entière sur l'anneau relativement fixe. Conformément à cette règle *les zoonites pro- et mésothoraciques portent leur membrane articulaire vers leur bordure antérieure,* tandis qu'au

contraire les anneaux post-thoraciques portent leur membrane articulaire vers leur bordure postérieure.

» La *fig.* 3 montre comment se forment les membranes articulaires (*Memb*) et les nervures de raidissage (*nerv*) du tégument de l'imago. Dans l'exemple représenté par cette figure, la cuticule nymphale (*Cut. nym*) ne présente aucun indice de ces formations. Lorsque l'hypoderme (*De*), après s'être détaché de cette cuticule et après s'être modelé à la forme définitive de l'imago, commence à produire sa cuticule définitive, les premières strates formées (*Ch. f*) sont dures, peu perméables et continues sur toute la surface de la région examinée. C'est seulement au bout d'un certain temps que, pour former une membrane, l'hypoderme se met tout d'un coup et sans transition à produire une masse chitineuse membraneuse, bien limitée latéralement et caractérisée, dans les préparations, par son affinité pour les matières colorantes. De même, la nervure (*nerv*) n'est pas indiquée sur les premières strates du squelette définitif. Les strates suivantes préludent à sa formation par une simple ondulation, et c'est tout d'un coup que l'on voit apparaître une lame qui constitue, pour ainsi dire, l'âme de la nervure et qui continue à s'accroître par apposition de strates successives. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des eaux douces des îles Canaries.* Note de M. **Jules Richard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La faune des eaux douces des îles Canaries était jusqu'à présent tout à fait inconnue en ce qui concerne les animaux inférieurs. La position de ces îles par rapport à la côte occidentale du Maroc, la rareté des eaux naturelles, le grand nombre des réservoirs d'eau de pluie à ciel ouvert sont autant de conditions qui rendent intéressante l'étude de la faune, au point de vue du mode de peuplement de ces eaux et de la distribution géographique de certaines espèces. C'est pourquoi les recherches très nombreuses de M. Ch. Alluaud (îles Hierro, Gomera, Tenerife, Canaria, Fuerteventura, Lanzarote, Graciosa), complétées par celles de M. Ed. Chevreux (Tenerife et Canaria), méritent d'être signalées d'une façon particulière.

» On se tromperait fort, en croyant que les réservoirs artificiels récents, si nombreux aux Canaries, sont pauvres en organismes. Les récoltes de MM. Alluaud et Chevreux, faites de novembre 1889 à juin 1890, montrent, au contraire, une intensité de vie considérable, aussi bien pour les Rotifères que pour les Entomostracés.

» Voici la liste des espèces que j'ai observées :

» Phyllopode : *Artemia salina* Linné.

» Cladocères : *Daphnia magna* Straus; *D. similis* Claus, et sa variété *Alluaudi* Rich.; *D. curvirostris* Eylmann; *D. obtusa* Kurz, var. *latipalpa* Moniez; *Ceriodaphnia quadrangula* O.-F. Müller; *Moina rectirostris* O.-F. Müller; *Alona Alluaudi* n. sp.; *A. tenuicaudis* Sars; *A. intermedia* Sars; *Dunhevedia setigera* Birge; *Chydorus sphœricus* Jurine.

» Copépodes : *Cyclops vernalis* Fischer; *C. oithonoides* Sars, var. *hyalina* Rehberg; *C. serrulatus* Fischer; *C. prasinus* Fischer; *C. diaphanus* Fischer; *C. fimbriatus* Fischer; *Canthocamptus palustris* Brady; *Diaptomus Alluaudi* de Guerne et Richard.

» Ostracodes : je me bornerai à signaler dans ce groupe une forme intéressante, *Cypris bispinosas* Lucas.

» Rotifères : *Anurœa aculeata* Ehrg, .var. *brevispina* Gosse; *Polyarthra platyptera* Ehrg., et le curieux *Pedalion mirum* Hudson dont il a été pris des millions d'exemplaires.

» Bryozoaire : Statoblastes de *Plumatella*.

» La plupart de ces formes sont déjà connues en Europe ou en Afrique, ou dans ces deux contrées à la fois; certaines sont nouvelles ou méritent une mention spéciale :

» C'est ainsi que *D. similis* Claus n'était connue qu'en Syrie et en Palestine; la variété nouvelle de cette espèce, var. *Alluaudi*, est spéciale aux Canaries et atteint une taille considérable, puisque certains individus mesurent $4^{mm},8$ sans l'épine caudale qui peut avoir à elle seule 3^{mm} de longueur. Aux Canaries, *D. similis* ne se rencontre que dans l'île de Fuerteventura.

» *Alona Alluaudi* est une espèce nouvelle jusqu'ici spéciale à Tenerife et qui, atteignant presque 1^{mm}, est une des plus grandes formes de ce genre.

» Le *Diaptomus Alluaudi* de Guerne et Richard a été décrit pour la première fois d'après les exemplaires rapportés de Lanzarote par M. Alluaud. Ce Calanide, très remarquable, a été retrouvé depuis en Égypte, en Portugal et en Hongrie.

» Quant au *Canthocamptus palustris* Brady, c'est une espèce qui n'était connue jusqu'ici que sous des latitudes beaucoup plus élevées que celle des Canaries et dans des eaux saumâtres ou salées (Iles Britanniques, salines de l'est de la France). Elle se retrouve dans des conditions analogues dans le lac salé de Januvio, à Lanzarote, avec *Artemia salina*.

» Il est reconnu que les Canaries sont des îles volcaniques, qui n'ont jamais été rattachées entre elles ni à aucun continent voisin. Il est évident que les animaux d'eau douce y ont été apportés à l'état d'œufs de résistance, peut-être par les oiseaux, mais bien plutôt par les vents. Le vent du sud-est, notamment, apporte parfois, sur toutes les îles de l'Archipel,

des nuages de sable ainsi que des nuées de sauterelles : les îles de Lanzarote et de Fuerteventura ne sont qu'à 100^{km} de la côte du Maroc.

» On comprend donc que la faune des îles Canaries présente peu d'espèces spéciales, et il n'est pas douteux que celles-ci se retrouveront, un jour ou l'autre, dans les régions voisines du continent africain. Parmi les autres formes, il en est de cosmopolites et d'autres à distribution géographique plus restreinte.

» Quoi qu'il en soit, les récoltes de MM. Alluaud et Chevreux nous fournissent des documents précieux sur la faune des eaux douces de la côte occidentale d'Afrique, faune inconnue jusqu'alors et sur laquelle il est difficile d'obtenir des renseignements, par suite des obstacles qui s'opposent à l'exploration de cette partie du continent africain. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'aire de dispersion de la faune malacologique des grands fonds de l'océan Atlantique boréal.* Note de M. **Arnould Locard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« L'étude des Mollusques testacés récoltés dans les dragages entrepris sous la direction de M. Milne-Edwards, pendant les campagnes du *Travailleur* et du *Talisman*, nous a permis de constater que cette faune profonde avait une extension géographique beaucoup plus considérable qu'on ne le supposait. D'autre part, il existe une corrélation intime entre l'extension géographique de cette faune et sa dispersion bathymétrique. En effet, ainsi qu'on l'a déjà constaté, les affinités entre la faune profonde de l'Afrique occidentale et la faune sublittorale des régions septentrionales de l'Atlantique sont indéniables. Elles peuvent s'expliquer par ce fait que les formes vivant dans le nord à des profondeurs relativement faibles pourraient se rencontrer également dans le sud à la condition de vivre dans des milieux particulièrement similaires au point de vue de la température. Cet équilibre de température ne se rencontrera au large de l'Afrique qu'à la condition expresse de descendre suffisamment en profondeur.

» Or nous pouvons suivre aujourd'hui pas à pas un grand nombre de nos espèces depuis les limites nord qui leur sont assignées par G.-O. Sars jusqu'aux limites sud qui nous sont révélées par les dragages du *Travailleur* et du *Talisman*, de telle sorte qu'il n'existe pour ainsi dire aucune solution de continuité dans leur aire de dispersion. On sait avec quelle facilité certaines formes se propagent, à condition que le milieu qui leur convient ne

soit pas trop modifié. Si donc nous prenons pour centre d'apparition les régions septentrionales de la Norvège, examinons comment ces formes vont se disperser.

» Entraînées par des courants ou par toute autre cause, ces formes ont émigré à une époque relativement récente, les unes en suivant les côtes occidentales de l'ancien continent, longeant la Norvège, la Grande-Bretagne, la France, la péninsule Ibérique, les côtes du Maroc et du Sénégal. Elles ne se sont pas propagées directement dans la mer du Nord, car le seuil qui s'étend des Orcades au nord des îles Bergen n'a pas été franchi par elles; mais quelques-unes ont pu arriver dans la Manche, traverser le Pas-de-Calais et s'étendre jusqu'à la Belgique et la Hollande, ou remonter le long des côtes orientales de l'Angleterre. La robuste saillie formée par le nord de la péninsule Ibérique a dû en arrêter un grand nombre, et ce sont celles-là qui ont contribué à l'enrichissement si particulier de la faune du golfe de Gascogne. Une fois cet obstacle franchi, rien ne les arrêtait dans leur expansion le long des côtes du Maroc, du Sahara, de la Sénégambie; en passant au large, elles vont alimenter la faune des Açores, des Canaries, du cap Vert; quelques-unes iront même se perdre plus au sud, aux îles de l'Ascension et de Sainte-Hélène. Mais, en arrivant vers la Guinée, elles rencontrent un relief géographique nouveau, des courants d'allure opposée, en un mot des conditions différentes de celles jusqu'alors acceptées par elles; elles ne pourront ainsi poursuivre leurs pérégrinations jusqu'au sud.

» D'autre part, la même faune, partant de la même origine, émigrait le long des côtes orientales du nouveau continent. Nous en suivons les traces en Islande, au sud du Groënland, sur les côtes de New-England, de la Virginie, de la Floride, et tandis qu'une partie ira se perdre dans les Grandes Antilles, l'autre se répandra dans le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes, qui jouent pour cette faunule le même rôle que le golfe de Gascogne pour la faunule de l'ancien continent; quelques espèces même descendent jusqu'à Pernambuco; mais, à partir de là, les conditions des milieux sont telles que notre faune émigrante ne peut franchir pareille limite. A ce niveau géographique, nous constatons encore une similitude frappante entre les faunes profondes de l'ancien et du nouveau continent, pour les îles du cap Vert et les autres groupes d'îles africaines, la mer des Sargasses, les Bermudes et les Antilles.

» Si nous résumons ce qui précède, en nous fondant sur les données géographiques et bathymétriques que nous venons d'établir, nous consta-

terons que toute cette faune profonde possède une aire de dispersion constituée par une sorte de vaste triangle plus ou moins régulier, dont le sommet est situé à une faible profondeur dans les régions septentrionales, un peu au delà de l'Islande, vers le 75° de latitude nord, dont les côtés latéraux longent l'ancien et le nouveau continent, tandis que la base, s'enfonçant de plus en plus dans la profondeur des mers, sert de trait d'union entre l'Afrique et l'Amérique, à 15° environ au nord de l'équateur. On remarquera en outre que ce triangle, qui plonge ainsi du nord au sud, s'infléchit également de l'ouest à l'est, car son bord oriental est toujours plus immergé que son bord occidental. Si nous logeons le sommet de notre triangle vers 50^{m} de profondeur, son angle de la base qui confine à l'Afrique sera environ vers 2000^{m} de fond, alors que l'angle opposé, ou angle américain, se relèvera vers 800^{m} environ. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination estivale des spores de la Truffe et la production des téleutospores.* Note de M. A. DE GRAMONT DE LESPARRE, présentée par M. Chatin.

« A partir de janvier, comme je l'ai dit dans ma précédente Communication, la végétation des spores de la Truffe se ralentit. On voit encore, mais rarement, des germes du type mâle, inertes, gros, courts, extérieurs, de la forme représentée *fig.* 1. Souvent ces germes sont rétractiles et disparaissent à la chaleur du microscope.

Fig. 1.

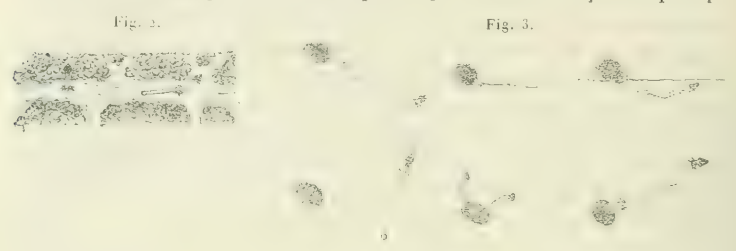


» Cet état dure jusqu'à la fin de juin ; le départ de la végétation est alors général et les choses se passent comme en hiver, avec cette différence que

les filaments, tant mâles que femelles, cheminent presque constamment sous l'épiderme et restent invisibles.

» Ils se manifestent par la pseudo-spore terminale qui apparaît à la surface dès sa sortie du parenchyme, ou, plus rarement, à l'extrémité d'un filament gros et court. (*Fig.* 2, *fig.* 3, cas exceptionnels dans lesquels la germination sous-épidermique a pu

Fig. 2. Fig. 3.



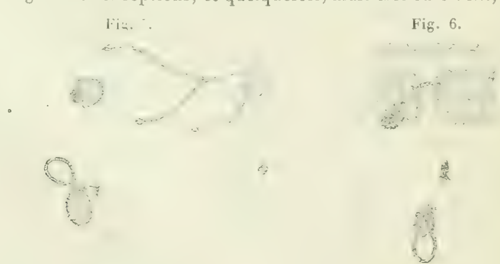
être observée. *Fig.* 4, développement d'une spore femelle dans une feuille jeune et transparente; juillet.)

Fig. 4.



» Aucun colorant ou décolorant quelconque n'a pu faire apercevoir les filaments cachés. D'ailleurs, les accouplements se font comme en hiver; on les distingue bien dans beaucoup de cas, mais en général l'observation est plus difficile qu'à l'arrière-saison. Cette marche sous-épidermique est de règle jusqu'à la fin d'octobre; à partir de ce moment on aperçoit quelques germinations superficielles, surtout mâles; puis leur nombre va en augmentant et il s'en montre beaucoup en novembre-décembre. Cependant, toute règle a ses exceptions, et quelquefois, mais très rarement, on constate,

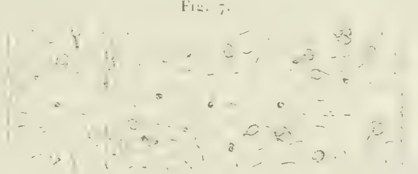
Fig. 5. Fig. 6.



même en été, des cheminements superficiels (*fig.* 5 et 6). Le filament était brun, peu épais, opaque.

» (*Fig.* 7, portion de nervure de feuille de chêne vue en juillet avec grossissement de 130^div environ.)

Fig. 7.



» Après les mêmes délais maximum qu'en hiver, la pseudo-spore mâle se dessèche ou tombe.

» *Développement des spores fécondées.* — Me voici arrivé au moment où la spore femelle ou sa pseudo-spore est fécondée. C'est le point auquel je m'étais arrêté dans ma précédente Communication.

» Après fécondation, la spore ou pseudo-spore émet des filaments sous-épidermiques, très ténus, transparents, qui circulent dans le parenchyme et ne sont que rarement aperçus. Ces filaments se manifestent par la production, à la surface, de spores qui, vues d'en haut, sont rondes, noires, dures, luisantes. Ce sont les *téleutospores*, les dernières de l'évolution extérieure; en terre après leur chute, ou bien sur la feuille, elles produiront le mycélium truffier (*fig.* 8 et 9, téleutospores produites par pseudo-spores

Fig. 8. Fig. 9.



et, directement, par spores). J'examinerai brièvement comment se fait la maturité de ces téleutospores et, pour plus de clarté, je diviserai le sujet en deux parties : formation d'été et formation d'hiver.

» *Formation d'été* (*juillet à octobre*). — Pendant cette période, les téleutospores naissent de pseudo-spores, plus rarement de spores. Les délais entre leur apparition et l'ensemencement sont alors de quatre à six semaines, dont quatre semaines paraissent employées à la maturation des pseudo-spores. Puis, dix semaines environ après l'ensemencement, mais jamais avant le 15 octobre, les téleutospores peuvent émettre

des filaments extérieurs, ténus, peu visibles, superficiels, qui sont une germination provisoire, lente à se développer. C'est fin décembre, en janvier, et plus tard qu'arrive la vraie germination. Avant la mi-octobre, les téleutospores, quel que soit leur âge, ne germent pas.

» J'ai très souvent observé que, en période d'été, si les feuilles étaient cueillies avant l'apparition des téleutospores ou l'émission des premiers filaments, celles-ci ne venaient pas ou venaient mal. Les téleutospores n'ont pas même achevé de se former sur feuilles détachées en septembre et conservées jusqu'en novembre. Bien plus, il m'est arrivé plusieurs fois de voir s'étioler et périr des pseudo-spores déjà formées et courant sous l'épiderme, lorsque la feuille était cueillie trop tôt. Si l'on compare cet état de choses à ce qui se passe sur feuilles sèches d'hiver ([1]), on arrive, il me semble, à cette conclusion que, jeunes et pleines de sève en circulation, les feuilles de chênes ne sont pas un terrain très favorable à la production des téleutospores; c'est avec le ralentissement de la végétation, en se desséchant, qu'elles accumuleraient les matériaux nécessaires à la prompte évolution des germes.

» *Formation d'hiver* (*novembre à janvier*). — La téleutospore naît alors souvent de spores. Pour cette raison, et pour d'autres, les délais sont abrégés. Ils diminuent à mesure que la saison s'avance, et, en novembre-décembre, il peut ne s'écouler que quinze jours ou moins encore entre l'ensemencement et l'émission par les téleutospores de leurs premiers filaments, germination d'ailleurs provisoire, qui ne deviendra active et générale que plus tard en saison. Encore faut-il (et cette condition est d'été comme d'hiver) que les téleutospores, pour être réellement mûres, aient de dix semaines à trois mois d'âge depuis l'ensemencement; pour les ensemencements tardifs, les délais sont, en certains cas, fort abrégés.

» La maturité des téleutospores se manifeste par un certain grossissement plutôt que par émission de filaments, car ceux-ci peuvent se montrer avant la maturité en milieu humide, ou sur feuille en plein air, de même qu'ils peuvent manquer, alors que la téleutospore est mûre et facilement détachable, si la feuille est absolument privée d'eau.

» Une feuille de chêne ensemencée le 20 août montre, le 20 novembre, des téleutospores commençant à germer. Des feuilles de conifères ensemencées le 1er octobre montrent, le 1er janvier, des téleutospores germant à peine. Une feuille de chêne ensemencée le 20 août montre, le 30 décembre, une germination active et générale. Presque toutes les téleutospores grossies, déformées, émettent des filaments ténus, peu visibles : le limbe est couvert d'un réseau transparent, fin, pointillé. Beaucoup d'autres observations semblables pourraient être citées.

([1]) *Comptes rendus*, 17 janvier 1897.

» Il me reste à dire que le développement des spores fraîches n'est pas différent de celui des spores de l'année précédente; il y a moins de manquants parmi les fraîches et c'est tout. Les différences constatées dans les délais et le mode d'évolution, suivant les saisons, ne viennent donc pas du degré de maturité des spores. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des graviers quaternaires de Villefranche (Rhône).* Note de M. **Gaillard**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Depuis la découverte de ce gisement, situé sur la rive droite de la Saône, un peu en amont de Villefranche, le museum de Lyon a recueilli sur place ou par l'intermédiaire de M. Savoye, instituteur à Odenas, une grande quantité d'ossements fossiles, parmi lesquels nous avons pu reconnaître les espèces suivantes :

» *Elephas primigenius* Blum. — Deux molaires et plusieurs lamelles.
» *Cervus canadensis* Briss. — Fragments de mâchoires et divers os.
» *Cervus elaphus* L. — Dents, fragments de bois et os des membres.
» *Cervus tarandus* L. — Bois de trois individus d'âge différent.
» *Rhinoceros tichorhinus* Fisch. — Une arrière-molaire supérieure droite.
» *Bison priscus* Boj. — Os frontal, dents et os des membres nombreux.
» *Equus caballus* L. — Mâchoires et nombreux os des membres.
» *Castor fiber* L. — Une molaire.
» *Elephas meridionalis,* Nesti. — Une moitié de dent.
» *Rhinoceros Mercki* Kaup. — Troisième arrière-molaire supérieure gauche.
» *Vivipara Burgundina* Tourn. — Plusieurs spécimens.
» *Vivipara,* espèce nouvelle.
» L'*E. primigenius* et le *Rh. Mercki* ont été reconnus par M. le Professeur A. Gaudry. M. A. Locard, le savant naturaliste lyonnais, a bien voulu déterminer les Paludines.

» A cette faune sont associés de nombreux silex taillés, non roulés, de forme *moustiérienne;* le museum de Lyon en possède plus de cinquante spécimens.

» Tous ces ossements, coquilles et silex, ont été trouvés en place, dans l'unique couche fossilifère traversant les carrières de sable et de graviers en exploitation sur la route de Villefranche au pont de Beauregard.

» Les ossements recueillis dans ces graviers ont deux physionomies bien distinctes : les uns ont une couleur brun noirâtre, sont lourds et très

durs; les autres sont légers, friables et de couleur gris cendré. Ceux-ci appartiennent sans doute à des animaux du même âge que le dépôt. Les autres, souvent roulés et brisés, ont été enlevés en amont à des alluvions plus anciennes. Il n'est donc pas étonnant qu'on trouve parmi ces derniers l'*E. antiquus* ([1]), le *Rh. Mercki* et des Paludines tertiaires; on y trouve encore d'autres espèces pliocènes, notamment l'*E. meridionalis*, sans que cela puisse avoir aucune signification relativement à l'âge de la formation.

» Il résulte de nombreuses observations que, dans les vallées, les dépôts sont en général de plus en plus récents à mesure qu'on se rapproche du niveau actuel des rivières. Ces dépôts sont aussi constitués de plus en plus, semble-t-il, par des matériaux qui proviennent de l'affouillement et du ravinement des alluvions anciennes. De sorte que les alluvions des plateaux, les plus importantes comme volume et les plus anciennes, contiendraient les fossiles les moins mêlés, tandis que les alluvions suivantes auraient toutes emprunté des éléments fossiles aux formations antérieures. Les graviers de fond d'une vallée seraient ainsi le plus hétérogènes et pourraient contenir des restes de la plupart des dépôts de cette même vallée.

» En conséquence, laissant de côté les espèces préglaciaires et pliocènes, si nous déterminons l'âge des graviers de Villefranche d'après les plus récentes formes fossiles : Renne, Mammouth, *Rh. tichorhinus*, et d'après les silex taillés retouchés d'un seul côté, nous devons conclure qu'ils appartiennent à la période paléolithique, dite *du Moustier*. Ces graviers pourraient être cependant un peu moins anciens, mais ils ne peuvent pas l'être plus. Si l'on tient compte de la quantité assez grande d'outils en silex non roulés, recueillis dans ce gisement, ainsi que de sa position stratigraphique (10^m environ au-dessus du niveau actuel de la Saône), il paraît naturel d'admettre qu'on est en présence d'une importante station de l'Homme préhistorique recouverte brusquement, à la suite d'une grande crue, par les alluvions glaciaires ou postglaciaires. »

([1]) DEPÉRET, *Sur la découverte de silex taillés dans les alluvions quaternaires à Rh. Mercki* (*Comptes rendus*, p. 328; 1892).

PHYSIQUE MÉDICALE. — *Sur un nouveau procédé de détermination de la position des corps étrangers par la radiographie.* Note de M. **H. Morize**, présentée par M. Marey.

« La difficulté trouvée jusque dans ces derniers temps pour la détermination exacte, par la radiographie, de la position des projectiles dans les régions profondes du corps, a suscité de la part des expérimentateurs plusieurs méthodes ingénieuses dont la plus perfectionnée est, sans contredit, celle de MM. Contremoulins et Rémy. Toutefois, toutes ces méthodes, et surtout la dernière, sont d'une complication extrême, que ne me semble pas justifier la simplicité des données. Je crois que le procédé facile et rapide que j'ai trouvé donnera ample satisfaction à tous les expérimentateurs et leur permettra de déterminer, avec une précision supérieure à 5^{mm}, la position d'un projectile dans une partie quelconque du corps.

» Le procédé consiste à définir la position du corps étranger par deux droites qui s'y coupent, et dont les extrémités sont des points situés à la surface du corps du patient.

» Le patient étant placé entre le tube et l'écran, on cherche une position telle que la balle, par exemple, se voie facilement. On prend alors un petit disque de plomb, rendu adhésif par de la cire ou du diachylum, qu'on place sur la surface du corps qui est tournée vers le tube, et l'on déplace ce disque jusqu'à ce que son image se superpose à celle de la balle; on répète ensuite l'opération avec un autre disque placé du côté de l'écran. Quand les deux disques et le projectile sur l'écran se projettent en ne formant qu'une seule image, tous les trois se trouvent sur la même droite.

» On tourne alors le sujet d'un certain angle arbitraire et l'on détermine de la même façon une autre droite, dont l'intersection avec la première fixe la position du projectile. Les extrémités des deux droites sont déterminées sur la surface du corps par les disques de plomb, qu'on enlève ensuite et dont la place est marquée par un procédé quelconque, par le crayon dermographique par exemple.

» Les deux droites déterminent un plan qui contient le projectile et les quatre marques extérieures qu'on désignera par a, b, c, d. Ces marques forment un quadrilatère dont on peut mesurer les quatre côtés et les deux diagonales, au moyen d'un compas d'épaisseur ou d'un craniomètre. En le dessinant à l'échelle, l'intersection des deux diagonales donne la place de la balle rapportée aux quatre sommets: la distance qui l'en sépare étant directement mesurée sur l'épure avec une échelle millimétrique. Comme cinq longueurs suffisent pour la construction, et qu'on en a six, la dernière sert de vérification. La position de la balle est définie en disant qu'elle se trouve à n centimètres comptés à partir de a sur la droite ac, par exemple.

» L'épure est faite en quelques minutes; des essais répétés, faits sur des crânes con-

tenant des balles placées à l'insu de l'opérateur, ont montré qu'en moins de dix minutes le projectile était retrouvé avec une précision de 1^{mm} ou 2^{mm}.

» La position de deux des quatre marques étant arbitraire, on doit les disposer de façon que les deux droites se coupent suivant un angle suffisamment grand pour que leur intersection soit bien définie.

» Il est évident que le procédé est applicable à une partie quelconque du corps et à toute substance opaque aux rayons X, la seule difficulté rencontrée provenant de la plus ou moins bonne visibilité sur l'écran. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 janvier 1898.

Notice sur l'œuvre scientifique de M. H. Fizeau; par M. A. Cornu. Paris, Gauthier-Villars et fils, in-8°. (Offert par l'Auteur.)

Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, par E. Goursat, Professeur de Calcul différentiel et intégral à l'Université de Paris. Tome II. Paris, A. Hermann, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Sébastien Cabot, navigateur vénitien (1497-1557). Paris, Ch. Delagrave, 1895; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sébastien Cabot, pilote-major d'Espagne, considéré comme cartographe, par Henry Harrisse. Paris, Ch. Delagrave, 1897; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sébastien Cabot, pilote-major d'Espagne, considéré comme navigateur, par Henry Harrisse. Paris, Ch. Delagrave, 1897; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

L'atterrage de Jean Cabot au Continent américain en 1497, par Henry Harrisse. Gœttingue, Kæstner, 1897; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Étude sur l'origine et la formation des sables de la Loire, par M. Édouard Bureau, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Nantes, 1897 ; 1 broch. grand in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Géodésie pratique, par V. Vitkovski. Saint-Pétersbourg, 1898 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Notice sur le halage funiculaire des bateaux dans le souterrain du Mont-de-Billy, sur le canal de l'Aisne à la Marne, par M. Bourguin, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées*, 2e trimestre 1897.) Paris, P. Vicq-Dunod et Cie, in-8°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

La grotte des Spélugues à Monte-Carlo, par Émile Rivière, Sous-Directeur adjoint du Laboratoire au Collège de France. Monaco, 1897 ; in-4°. (Présenté par S. A. le Prince de Monaco.)

Le mécanisme du lit fluvial, par V. Lokhtine, Ingénieur des Voies de communication. Saint-Pétersbourg, 1896 ; 1 vol. grand in-8°.

Abhandlungen herausgegeben von der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Einundzwanzigster Band : erstes Heft. Frankfurt, 1897 ; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Alfred Grandidier.)

Memorias de la real Academia de ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid. Tomo XVII. Madrid, 1897 ; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 24 janvier 1898.)

Note de M. *Arnaud*, Recherches sur l'ouabaïne :

Page 348, ligne 10, *au lieu de* $C^{36}H^{46}O^{12}$, etc, *lisez* $C^{30}H^{46}O^{12}$, etc.

Même page, dernière ligne, *au lieu de* $C^{30}H^{45}MO^{12}$ ou $C^{30}H^{46}O^{12},HO$, *lisez* $C^{30}H^{45}MO^{12}$ ou $C^{30}H^{46}O^{12},MHO$.

Note de M. *Ed. Stelling*, de Saint-Pétersbourg :

Page 364, ligne 10, *au lieu de* Ed. Ptelling, *lisez* Ed. Stelling.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la mort de M. *Jean-Albert Gauthier-Villars* et propose de consigner au procès-verbal de la séance l'expression des regrets que cause à l'assemblée la perte de ce collaborateur dévoué, qui a rendu à l'Académie et à la Science tant de signalés services.

L'un après l'autre, M. le **Président**, M. **J. Bertrand**, Secrétaire perpétuel, et M. **G. Darboux** rappellent les titres de M. Gauthier-Villars à la reconnaissance du monde savant.

« Depuis 1835, l'imprimerie qu'il dirigeait, après Bachelier et Mallet-Bachelier, n'a pas une seule fois manqué à faire paraître les *Comptes rendus* à l'heure voulue, malgré les difficultés de toute nature que suscitaient l'abondance des matières, les exigences des auteurs et les embarras d'une

grande entreprise industrielle. Pendant de longues années, nous avons vu M. Gauthier-Villars venir, à chacune des séances de l'Académie, apporter à tous le bienveillant et désintéressé concours de sa grande expérience, et, quand la maladie lui eut interdit ces visites hebdomadaires, ce fut son fils, formé à son école, qui vint le remplacer. L'Académie est assurée de trouver en lui le continuateur de l'œuvre paternelle.

» Les publications du Bureau des Longitudes, celles de l'Observatoire et du Bureau Central météorologique, grâce au concours habile et désintéressé de M. Gauthier-Villars, ont été, depuis trente ans, des modèles que l'on n'a pu qu'imiter. Grâce à lui, le Gouvernement et l'Académie ont pu éditer les Œuvres complètes de Lagrange, de Fermat, de Fourier et de Cauchy; il a fallu tout son désintéressement pour mener à bien ces coûteuses publications. Le nom de Gauthier-Villars sera associé, par la reconnaissance des savants, à ces grandes entreprises scientifiques.

» Il n'est pas de Membre de l'Académie qui ne veuille joindre à ce sentiment général le témoignage particulier de sa reconnaissance pour le précieux concours que chacun de nous trouvait toujours dans sa grande expérience et son généreux désintéressement. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Mécanisme histologique de la cicatrisation; réunion immédiate synaptique*. Note de M. **L. Ranvier**.

« Si l'on fait à la cornée du lapin deux incisions parallèles, l'une simple, comprenant le tiers ou la moitié de l'épaisseur de la membrane, l'autre pénétrante, c'est-à-dire allant jusqu'à la chambre antérieure, la plaie pénétrante guérit plus vite que la plaie simple. Pour observer aisément ce phénomène paradoxal, il convient que les deux incisions soient à peu près de la même longueur et qu'elles soient faites au centre de la cornée, à 1^{mm} l'une de l'autre environ. Les cicatrices étant voisines, on pourra les voir toutes deux dans le champ du microscope, à un faible grossissement, sur des coupes convenablement orientées, et faire ainsi une observation comparative.

» S'il n'est survenu aucune complication, vers le quinzième jour, la cicatrice de la plaie pénétrante est achevée tandis que celle de la plaie simple est encore en voie de formation.

» Dans la plaie simple, l'épithélium, qui remplissait à l'origine la solution de continuité, a bien été refoulé par une néoformation conjonctive qui

occupe la région profonde de la plaie; mais il ne l'a été que partiellement et il en reste encore une quantité assez considérable pour figurer, au sein de la portion conjonctive de la cornée, un golfe très accusé.

» Dans la plaie pénétrante, au contraire, la cicatrice est linéaire pour ainsi dire et l'épithélium a été refoulé de telle sorte qu'il a presque repris son niveau normal.

» Tels sont les phénomènes que l'on observe habituellement dans les deux plaies. Comme ils ne sont pas semblables, il est à supposer que le mécanisme de la cicatrisation y est différent. Il l'est en effet. Von Wyss ([1]) a déjà constaté que dans les plaies pénétrantes il se forme de la fibrine, tandis que dans les plaies simples il n'y en a pas.

» Mes observations sur les modifications inflammatoires des membranes séreuses et l'hypothèse qu'elles m'avaient suggérée m'autorisaient à faire jouer à la fibrine un rôle important dans la cicatrisation. Pour contrôler cette hypothèse, il fallait suivre jour par jour l'évolution des plaies pénétrantes de la cornée jusqu'à l'édification de la cicatrice définitive.

» Si l'on examine la plaie quarante-huit heures après l'incision, les phénomènes ne paraissent pas toujours identiques; mais leur variation permet d'en mieux saisir la loi générale.

» La région antérieure de la plaie est occupée par une masse épithéliale résultant du glissement et de l'éboulement de l'épithélium circonvoisin, exactement comme dans les plaies simples, tandis que dans sa région postérieure se trouve un réticulum fibrineux. Les mailles de ce réticulum sont remplies d'un liquide séreux contenant des cellules lymphatiques en nombre très restreint.

» La masse épithéliale engagée entre les lèvres de la plaie y descend à une profondeur variable et ses rapports avec le réticulum fibrineux ne sont pas exactement les mêmes dans tous les cas. Il peut se faire que leur limite soit bien définie. Au-dessous du bouchon épithélial, se trouve alors une couche formée de filaments de fibrine, rapprochés les uns des autres, comme tassés et disposés à la manière d'un hamac.

» L'observation attentive de bonnes préparations conduit, le plus souvent, à reconnaître que les rapports de la fibrine et de l'épithélium ne sont pas toujours aussi simples. Au sein de la masse épithéliale elle-même, entre les cellules qui la composent, on voit des travées fibrineuses. Ces travées sont plus ou moins nombreuses, plus ou moins grosses et forment

---

([1]) *Arch. de Virchow*, t. LXIX, p. 24; 1877.

un réseau plus ou moins compliqué, dont les mailles sont occupées par les cellules épithéliales. Je n'ai jamais vu le réseau fibrineux atteindre la surface même de l'épithélium; mais quelquefois il n'en est pas loin. Voici, sans doute, comment les choses se sont passées : la fibrine s'est formée d'abord et son réseau s'est étendu dans la solution de continuité, puis les cellules épithéliales sont descendues dans la plaie et se sont réparties dans tous les espaces qu'elles ont trouvés devant elles ([1]). Elles n'ont été arrêtées dans leur migration que par la résistance que leur ont offerte, à un moment donné, les filaments fibrineux qu'elles ont refoulés devant elles. C'est ainsi que se forme, sans doute, cette sorte de hamac dont j'ai parlé plus haut.

» Les faits les plus intéressants et les plus significatifs peuvent être observés dans les plaies pénétrantes de quatre jours. A ce moment, les cellules fixes qui avoisinent la plaie se sont hypertrophiées et présentent les signes de la multiplication par division indirecte. Elles ont émis des prolongements simples ou ramifiés qui s'étendent sur les travées du réticulum fibrineux. C'est une propriété bien curieuse des cellules conjonctives, quelles qu'elles soient, propriété qu'elles possèdent aussi bien que leurs sœurs les cellules endothéliales, de s'accoler aux surfaces. Il semble qu'elles aient besoin d'un support. Cette propriété a été mise en évidence par mes premiers travaux sur le tissu conjonctif : tous les histologistes le savent; mais il semble que, dans les plaies pénétrantes de la cornée, il y ait plus qu'un simple accolement.

» En effet, sous l'influence des prolongements des cellules conjonctives, les travées de fibrine se modifient. Elles se colorent plus vivement par le carmin, s'épaississent et se rétractent. Elles deviennent des fibres synap-

---

([1]) Peu de temps après l'apparition de la Note que j'ai communiquée à l'Académie l'année dernière, sur le glissement et l'éboulement de l'épithélium dans les plaies simples de la cornée, le professeur Nussbaum, de Bonn, qui, comme on le sait, est un des plus distingués parmi les histologistes allemands, m'écrivit qu'un de ses élèves, le Dr Peters, avait fait, sous sa direction, une thèse dans laquelle il avait montré que, après qu'on avait enlevé partiellement, par raclage, l'épithélium de la cornée de la grenouille, on le voyait se former à nouveau, non par la multiplication des cellules épithéliales du voisinage restées en place, mais par l'extension de ces cellules, qui se déplaceraient en vertu de mouvements amiboïdes (Albert Peters, *Regeneration des Epithels der Cornea;* Bonn, 1885). Il n'est point nécessaire d'insister sur les analogies et les différences des recherches du Dr Peters et des miennes. Chacun pourra faire lui-même la comparaison.

tiques. En certaines régions de la plaie, dans sa partie moyenne notamment, leur rétraction peut être, déjà au bout de quatre jours, assez considérable pour amener au contact les deux lèvres de la solution de continuité.

» C'est aussi à cette période de la cicatrisation que des cellules conjonctives, par le fait de la prolifération et de leurs mouvements propres, s'insinuent entre les lèvres de la plaie. On en observe à la surface même des fibres synaptiques.

» Que devient le réseau fibrineux inclus dans la masse épithéliale, réseau dont il a été question plus haut? Sur les travées de ce réseau, aussi bien que sur les travées fibrineuses libres, comprises dans le fond de la plaie, les cellules conjonctives hypertrophiées envoient quelques-uns de leurs prolongements protoplasmiques. Elles s'y transportent aussi, après avoir proliféré, et transforment le réseau fibrineux en réseau synaptique.

» Les fibres synaptiques, en se rétractant, déterminent une segmentation de la masse épithéliale. Les conséquences de ce processus sont singulières et méritent d'attirer l'attention. Les parties de l'épithélium séparées par la segmentation forment des lobules arrondis, semblables à ceux de l'épithélium lobulé. Par la suite, ces lobules sont emprisonnés dans le tissu conjonctif. L'évolution épithéliale s'y poursuivant, il se forme à leur centre des globes épithéliaux, tout comme dans les cancroïdes. A la longue, ils disparaissent entièrement par régression.

» Les fibres synaptiques qui se sont formées au sein de la masse épithéliale et qui en ont déterminé la segmentation, deviennent le point de départ d'une vraie formation conjonctive. Comme elles se sont rétractées et que, à leur niveau, les deux lèvres de la plaie se sont rapprochées, l'édification du tissu cicatriciel définitif est facile, et finalement il ne forme plus entre elles qu'une couche très mince. Ce tissu cicatriciel, dont les éléments sont ceux du tissu conjonctif, se constitue de la même façon dans toute l'étendue de la plaie. Partout ces éléments conjonctifs qui le forment sont précédés de travées fibrineuses qui, sous l'influence des prolongements protoplasmiques des cellules conjonctives, paraissent se transformer progressivement.

» Vers le sixième jour, il n'y a plus de travées fibrineuses, ni de fibres synaptiques. A leur place on observe des cellules et des fibres conjonctives. Ces dernières s'insèrent sur les lames cornéennes sectionnées; mais elles n'affectent pas la même direction. Elles s'entrecroisent dans la cicatrice elle-même et y forment comme une couture dont les fils auraient été passés

d'une manière très irrégulière. Les cellules conjonctives de nouvelle formation, qui leur sont interposées, sont munies de prolongements protoplasmiques, au moyen desquels elles sont vraisemblablement anastomosées entre elles. Leur orientation est irrégulière comme celle des fibres au milieu desquelles elles sont comprises.

» On observe les mêmes cellules et les mêmes fibres dans les plaies simples, au-dessous de la cicatrice épithéliale; mais elles n'y sont pas précédées de filaments de fibrine, ni par conséquent de véritables fibres synaptiques. C'est pour cela, sans doute, que la réparation y est si lente, alors que dans les plaies pénétrantes le rapprochement des lèvres de la plaie se produit au moins aussi rapidement que dans les plaies de la même étendue et de la même profondeur d'un point quelconque du tégument externe.

» La connaissance des fibres synaptiques permet ainsi de se rendre compte de ce paradoxe que j'exposais au début de cette Communication : à savoir que les plaies pénétrantes de la cornée guérissent plus vite que les plaies simples de cette membrane. »

CORRESPONDANCE.

M. **Marsh**, M. **Arnaud** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. **J. de Shokalsky**, lieutenant-colonel de la Marine impériale russe, adresse, par l'entremise de M. Vénukoff, des Cartes de l'Océan boréal depuis les côtes de Laponie jusqu'à l'embouchure du Yénissey, et une brochure intitulée : « Les recherches des Russes de la route maritime de » Sibérie ».

La construction du chemin de fer transsibérien a amené le développement considérable de la navigation maritime entre les ports de l'Europe et les embouchures de l'Obi et du Yénissey. Pour satisfaire aux besoins de cette navigation naissante, le Ministère de la Marine russe vient de publier une série de Cartes maritimes : ce sont ces Cartes qu'adresse à l'Académie M. de Shokalsky, avec l'explication qui les accompagne.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions réelles non analytiques*. Note de M. P. Painlevé, présentée par M. Picard.

« Quand une fonction $f(x)$ est continue dans un intervalle ab, elle est développable dans cet intervalle en une série de polynomes $\Sigma P_n(x)$, et un théorème analogue s'applique aux fonctions continues de plusieurs variables. Ces développements ont été introduits par Weierstrass. Je voudrais en indiquer ici quelques propriétés que je crois nouvelles.

» J'insisterai d'abord sur les fonctions $f(x)$, ou $f(x_1, \ldots, x_m)$, qui sont continues dans un certain domaine et admettent des dérivées partielles de tous les ordres. Dans le cas de $m = 2$ (qui comprend celui de $m = 1$), M. Borel a établi ce théorème :

» *Si dans le domaine*

(D) $$0 \leq x \leq 1, \qquad 0 \leq y \leq 1$$

la fonction $f(x, y)$ est continue et admet des dérivées de tous les ordres, elle est développable dans ce domaine en une série

(1) $$f(x, y) = \Sigma \Pi_n(x, y, \sin x, \cos x, \sin y, \cos y),$$

où Π_n est un polynome en x, ..., $\cos y$, série qui converge uniformément dans D ainsi que toutes les séries $\sum \frac{\partial \Pi_n}{\partial x}$, $\sum \frac{\partial \Pi_n}{\partial y}$, $\sum \frac{\partial^2 \Pi_n}{\partial x^2}$, ...; ces dernières séries représentent donc (dans D) f'_x, f'_y, f''_{x^2}, ...

» Je dirai dans ce qui suit qu'une série telle que (1) est dérivable terme à terme indéfiniment.

» La démonstration de M. Borel est très compliquée, et de plus elle ne saurait s'étendre sans de nouveaux efforts aux fonctions de m variables ($m > 2$). Par un procédé extrêmement simple, j'établis cette proposition plus générale ([1]), que j'énonce en me limitant à trois variables :

» Théorème. — *Soit $f(x, y, z)$ une fonction des variables réelles x, y, z, qui, en chaque point (x, y, z) d'un certain domaine Δ (à trois dimensions) de*

([1]) Si ma démonstration est beaucoup plus simple et générale que celle de M. Borel, en revanche la démonstration de M. Borel va bien plus à fond sur un point très important. M. Borel montre, en effet, qu'on peut assujettir les coefficients des Π_n à des inégalités telles : 1° que la série (1) soit dérivable indéfiniment terme à terme (dès que ces inégalités sont vérifiées), et 2° que toute fonction $f(x, y)$ se laisse mettre sous la forme (1), où les inégalités en question sont vérifiées.

l'espace Oxyz, *est continue et admet des dérivées partielles continues de tous les ordres : la fonction* $f(x, y, z)$ *est développable en une série de polynomes*

$$f(x, y, z) = \Sigma P_n(x, y, z), \tag{2}$$

série qui converge uniformément dans tout domaine Δ_1 *intérieur à* Δ, *et est dérivable terme à terme indéfiniment.*

» Pour donner à ce théorème toute sa portée, j'introduis une définition : je conviens de dire que la fonction $f(x, y, z)$ est *régulière* au point (x_0, y_0, z_0), si, à l'intérieur d'une sphère de centre (x_0, y_0, z_0) et de rayon suffisamment petit, la fonction $f(x, y, z)$ et *toutes* ses dérivées partielles successives sont continues. Je représente par D l'ensemble de *tous* les points de l'espace Oxyz où la fonction $f(x, y, z)$ est *régulière*, par E l'ensemble de *tous* les points où elle est *irrégulière*. L'ensemble E peut être entièrement quelconque, à cela près que, par la définition même, il renferme *tous ses points limites* $[E \geqq E']$; il peut contenir des domaines continus à 3, 2 ou 1 dimensions, des ensembles parfaits discontinus, des points isolés. L'ensemble D peut être formé de plusieurs (ou d'une infinité) de domaines continus distincts, tous à 3 dimensions, limités par des surfaces à connexion quelconque, renfermant des surfaces, lignes, points irréguliers, etc.

» Ceci posé, *le théorème énoncé s'applique au domaine* D.

» Considérons, en particulier, une fonction *analytique*

$$f(z) = \varphi(x, y) + i\psi(x, y)$$

uniforme et *holomorphe* dans le domaine D, l'ensemble E étant quelconque. *La fonction* $f(z)$ *est développable dans le domaine* D *en une série de la forme*

$$f(z) = \Sigma[P_n(x, y) + iQ_n(x, y)], \tag{3}$$

où les P_n, Q_n *sont des* POLYNOMES RÉELS EN x, y, série qui converge uniformément et est dérivable terme à terme indéfiniment à l'intérieur de D : ainsi

$$f'(z) = \sum\left[\frac{\partial P_n}{\partial x}(x, y) + i\frac{\partial Q_n}{\partial x}(x, y)\right] = \sum\left(-i\frac{\partial P_n}{\partial y} + \frac{\partial Q_n}{\partial y}\right) \cdots.$$

» Par exemple, si $f(z)$ est holomorphe dans tout le plan complexe, sauf en un ensemble *parfait discontinu* de points essentiels, $f(z)$ peut se mettre sous la forme (3); mais les expressions $P_n(x, y) + iQ_n(x, y)$ ne sont pas (et ne sauraient être) fonctions analytiques de z (c'est-à-dire ici des polynomes en z) [1].

---

[1] Je saisis cette occasion pour réparer une omission involontaire : les résultats

» Soit de même $f(z, w)$ une fonction analytique uniforme des *deux* variables complexes $z = x + iy$, $w = u + iv$, et soit D l'ensemble des points (x, y, u, v) de l'espace $Oxyuv$, où f est holomorphe; la fonction $f(z, w)$ est développable, dans D, en une série $\Sigma[P_n(x, y, u, v) + iQ_n(x, y, u, v)]$, où les P_n, Q_n sont des polynomes réels, série qui jouit des propriétés énoncées plus haut, relatives à la convergence, la dérivation, etc.

» Considérons maintenant une fonction $f(x, y, z)$ continue dans un certain domaine et admettant des dérivées partielles continues jusqu'à l'ordre p inclusivement (p pouvant être nul) : j'appelle point *régulier* (x, y, z) de f tout point qui répond aux conditions énoncées plus haut, dans lesquelles (au lieu d'introduire *toutes* les dérivées) on n'introduit que les dérivées d'ordre 1, 2, ..., p. Dans le domaine D où f est régulière, elle est représentable par une série (2) dérivable terme à terme jusqu'à l'ordre p.

» On peut compléter ce qui précède par des remarques curieuses dont je cite les plus simples. Soit $f(x)$ une fonction de x continue entre a et b, sauf pour un ensemble *énumérable* de valeurs x_i de x, ensemble qui n'est condensé nulle part. Cette fonction est développable en une série de polynomes $\Sigma P_n(x)$ qui 1° converge uniformément vers $f(x)$ dans tout intervalle compris entre a et b et ne renfermant pas de points x_i, et 2° pour les valeurs $x = x_i$ converge vers des valeurs f_i choisies arbitrairement (qui peuvent être l'infini).

» Soit encore $F(x)$ une fonction définie pour une suite énumérable de valeurs de x (par exemple, pour les valeurs commensurables de x comprises entre a et b); cette fonction (continue ou non) peut être représentée (pour ces valeurs de x) par une série de polynomes. Si, par exemple, F est le dénominateur de chaque nombre rationnel $x = \frac{i}{j}$ (irréductible), cette quantité $F(x)$ [1] est développable en série $\Sigma P_n(x)$ qui converge pour toutes les valeurs commensurables de x. »

---

que j'ai indiqués dans deux Notes des 17 et 24 janvier coïncident en partie avec des théorèmes démontrés par M. Runge dans un Mémoire *Sur les Fonctions analytiques uniformes* (*Acta mathematica*, t. VI). M. Runge a établi notamment qu'une fonction uniforme dans son domaine d'existence y est représentable par une série de fractions rationnelles.

[1] $F(x)$ est une fonction *discontinue* de la variable rationnelle $x = \frac{i}{j}$: pour des valeurs $x = \frac{i}{j}$, $x_1 = \frac{h}{l}$ aussi voisines qu'on veut, la différence $F(x_1) - F(x)$ peut dépasser toute limite.

PHYSIQUE. — *Transparence du bismuth dans un champ magnétique.* Note de M. **H. Buisson**, présentée par M. J. Violle [1].

« Dans la théorie électromagnétique de la lumière, la transparence des corps est liée à leur résistance électrique. En première approximation, le coefficient d'absorption est proportionnel à la racine carrée de la conductibilité. Des expériences faites pour vérifier cette relation sur différents métaux ont montré qu'ils sont plus transparents que ne le voudrait la théorie.

» Il était intéressant de voir, sur un même métal, si en faisant varier la conductibilité on modifiait la transparence dans le sens prévu.

» On aurait pu employer les variations de température ; j'ai préféré me servir de l'augmentation de résistance qu'éprouve le bismuth dans un champ magnétique : on a ainsi l'avantage d'une modification très rapide.

» J'ai obtenu des lames transparentes de bismuth en électrolysant une dissolution concentrée de citrate ammoniacal de ce métal, l'électrode étant une lame très mince d'argent, déposé chimiquement sur verre. L'ensemble obtenu est bien transparent dans certaines lames ; dans d'autres, il est assez opaque pour nécessiter l'emploi d'une source lumineuse intense.

» La lame est placée entre les pôles d'un électro-aimant, normalement aux lignes de force. L'intensité du champ est d'environ 15000 unités C.G.S. Cette intensité est mesurée par la rotation du plan de polarisation d'un faisceau lumineux, qui traverse une lame de verre d'épaisseur et de pouvoir rotatoire connus.

» On vise, à travers la lame, et suivant l'axe de l'aimant, une fenêtre vivement éclairée par une source lumineuse placée en arrière.

» Avec les lames les plus minces, qui laissent passer assez de lumière, on peut juxtaposer, à l'image de cette fenêtre, celle d'une seconde fenêtre placée latéralement et dont on peut faire varier facilement l'intensité, à l'aide de deux nicols, pour obtenir l'égalité d'éclairement des deux plages lumineuses.

» Quand on excite le champ, cette égalité n'est aucunement modifiée.

» Pour les lames plus épaisses, elles laissent passer si peu de lumière qu'il est inutile de se servir de ce procédé de comparaison : l'éclairement très faible de la plage lumineuse ne varie absolument pas quand on crée le champ et quand on le supprime.

» Dans les conditions où j'opérais, la résistance de la lame a augmenté d'au moins $\frac{60}{100}$. En supposant que l'absorption dépende de la conductibilité suivant la relation citée plus haut, on calcule aisément que l'intensité de la lumière transmise se serait accrue d'un tiers dans le cas de la lame la plus

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

mince, et se serait triplée pour une autre lame. Enfin pour les lames plus opaques on aurait eu des variations encore plus considérables. Or, je n'ai constaté aucune variation de l'intensité de la lumière transmise.

» Pour être certain que la lumière que je recevais n'avait pas passé à travers quelques trous inévitables dans des lames aussi minces, quoique en très petit nombre, comme je m'en suis assuré au microscope, j'ai pris une lame d'argent tout à fait opaque et j'y ai fait plusieurs petits trous de façon à laisser passer une quantité de lumière de même ordre que celle qui traversait les lames de bismuth.

» Mais alors la diffraction étale complètement l'image de la fenêtre éclairée, qui, avec le bismuth, était parfaitement nette. La lumière avait donc bien traversé le métal.

» On doit conclure de ce résultat négatif que la résistance mesurée pour des courants continus n'est pas le terme principal du coefficient d'absorption.

» Lénard, puis Sadovsky, ont montré que le bismuth n'avait pas la même résistance pour un courant continu et pour un courant oscillant, que chacune d'elles varie d'une façon différente dans un champ magnétique et particulièrement que, pour un fil perpendiculaire aux lignes de force, la résistance au courant oscillant croît avec le champ plus vite que la résistance au courant continu, de façon à la dépasser à partir d'un champ de 6000 unités C.G.S. De plus, elle dépend de la fréquence. Si donc on veut faire intervenir cette résistance dans les phénomènes lumineux, il faut supposer qu'elle varie avec la fréquence suivant une loi inconnue jusqu'à être sensiblement indépendante du champ quand la fréquence atteint celle de la lumière.

» Il est plus vraisemblable d'admettre que la conductibilité qui intervient dans les phénomènes lumineux est d'un autre ordre que celle que l'on mesure ordinairement. »

PHYSIQUE. — *Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux.* Note de M. G. **Moreau**, présentée par M. J. Violle.

« J'ai montré, dans une Note [1] qui sera détaillée dans un Mémoire prochain, qu'un fil de fer, placé suivant l'axe d'un solénoïde, se tordait

[1] *Comptes rendus*, mai 1896.

sous l'action du champ, s'il avait été tordu primitivement. La torsion magnétique varie tout le long du fil et change de sens de part et d'autre du champ avec un maximum au voisinage de chaque bord. En un point P et pour un champ donné, la torsion magnétique croît d'abord linéairement avec la torsion du fil et ensuite plus lentement, jusqu'à une limite qu'elle conserve pour des torsions élevées.

» Si l'on fait décrire au fil un cycle de torsion (+ T, — T), la torsion magnétique t_m en P décrit aussi un cycle.

» Voici un cycle observé avec un fil AB de 156^{cm} de long, $0^{cm},04$ de diamètre, fixé en A et tordu en B. Il est orienté normalement au méridien magnétique, suivant l'axe d'un solénoïde MM' de 30^{cm} de long. La torsion magnétique en P est observée avec un miroir de 50^{cm} de foyer et une échelle divisée en millimètres. Le courant est de 8 ampères dans la bobine qui donne 70 unités C.G.S. par ampère. $AM = 121^{cm}$, $AP = 111^{cm}$.

T....	-14π	$+12\pi$	$+10\pi$	$+8\pi$	$+6\pi$	$+4\pi$	0	-14π
t_m...	$-39^d,5$	-34^d	-26^d	$+12^d$	$-0^d,5$	-13^d	-33^d	-40^d
T....	-14π	-12π	-10π	-8π	-6π	-4π	0	$+14\pi$
t_m...	-40^d	-34^d	-26^d	-12^d	$-0^d,50$	$+12^d,50$	$+33^d,50$	$+40^d$

» Le cycle est symétrique par rapport à l'origine et coupe l'axe des T en deux points B et B' tels que $OB = OB' = T_r$, pour lesquels $t_m = 0$.

» La torsion T_r représente la torsion résiduelle, qui correspond à T pour les raisons suivantes :

» I. Un fil, primitivement tordu et détordu librement, ne donne rien sous l'action du champ.

» II. Quand le champ varie, on a des cycles de surface et d'inclinaison différentes, mais coupant l'axe des T aux mêmes points.

» III. Pour des fils d'égal diamètre et de longueur différente, on a, pour la même torsion par centimètre, une égale torsion résiduelle.

» IV. Le cycle observé en un autre point du fil donne les mêmes valeurs pour OB et OB'.

» Par l'étude des cycles de torsion magnétique, on a un moyen précis de mesurer la T_r des métaux magnétiques. On prendra des fils de même diamètre et on décrira avec eux des cycles à torsion croissante. Chaque cycle donnera la torsion T_r relative à la torsion limite T du cycle.

» J'ai fait des mesures avec des fils de fer doux dont les diamètres sont : $0^{cm},04$; $0^{cm},07$; $0^{cm},075$; $0^{cm},11$; $0^{cm},16$. Voici à titre d'exemple les observations relatives au fil de $0^{cm},075$. Les torsions T et T_r sont rapportées à 1^{cm} de longueur et exprimées en circonférences. Elles sont exactes à deux dix-millièmes.

T.	T.	T.	T_r.
c	c	c	c
0,010	0,0001	0,046	0,033
0,013	0,0007	0,050	0,037
0,015	0,002	0,060	0,0475
0,020	0,007	0,064	0,051
0,025	0,012	0,080	0,067
0,030	0,0165	0,100	0,0865
0,040	0,027	0,120	0,107

» La courbe de variation de T_r construite avec les nombres précédents offre deux parties : la première, courte, très peu développée, se raccorde tangentiellement avec l'axe des T au voisinage du point $t_0 = 0^c,009$; l'autre est *rectiligne* et son coefficient angulaire est l'unité. Elle coupe l'axe des T au point $T_0 = 0^c,013$. Comme la première partie est très peu développée, on peut regarder la variation de T_r comme caractérisée par *une droite*.

» Avec les autres fils, j'ai aussi obtenu des *droites qui sont parallèles*. Dans le Tableau suivant je donne les valeurs t_0 et T_0 des cinq fils étudiés et les produits des torsions par les diamètres :

$d =$	$t_0 =$	$t_0 \times d$.	$T_0 =$	$T_0 \times d$.
cm				
0,04	0,018	0,00072	0,0245	0,000980
0,07	»	»	0,014	0,000980
0,075	0,009	0,000675	0,013	0,000975
0,11	0,006	0,00066	0,0088	0,000968
0,16	0,004	0,00064	0,0061	0,000976

» Les produits sont sensiblement constants et les moyennes sont

$$t_0 d = 0,00067, \qquad T_0 d = 0,000976.$$

Le produit $T_0 d$ est plus exact que le premier, car les torsions T_0 sont plus facilement mesurées que les t_0.

» On déduit de là :

» I. Pour un fil donné, la torsion résiduelle apparaît pour une torsion qui est en raison inverse du diamètre. Pour un fil de fer de 1^{cm} de diamètre et de longueur, cette torsion est $\frac{67}{100000}$ de circonférence.

» II. L'équation de la droite de torsion résiduelle est pour un fil de 1^{cm} de long et de diamètre d exprimé en centimètres

$$(1) \qquad T_r = T - \frac{0,000976}{d}.$$

» Les résultats précédents provoquent les remarques suivantes :

» I. La manière la plus simple d'expliquer la torsion résiduelle d'un fil homogène est d'admettre que, après une torsion suffisante, les généra-

trices du fil se sont assez dilatées pour que les molécules qui les constituent ne reviennent pas à leurs positions initiales quand le couple de torsion a disparu, les fibres étant partiellement brisées par la torsion. Pour un fil de diamètre d l'allongement de 1^{cm} pour une torsion T exprimée en circonférences est

$$\lambda = \frac{\pi^2 d^2 T^2}{2}.$$

» Pour $T = t_0$ et $T = T_0$ on a

$$\lambda = \frac{\pi^2}{2}(67 \times 10^{-5})^2 = 0^{\mu},022,$$

$$\lambda' = \frac{\pi^2}{2}(976 \times 10^{-6})^2 = 0^{\mu},047;$$

donc les fibres du fer doux seront partiellement brisées quand l'allongement de 1^{cm} dépassera $0^{\mu},022$ ou tout au moins quand il dépassera $0^{\mu},047$.

» II. La formule (1) montre que $T - T_r$ est constant pour un fil donné. Donc dans l'intervalle $T - T_r$ la torsion magnétique variera de la même façon quelle que soit T. Les cycles montrent en effet dans le voisinage de B et B' une allure rectiligne identique à celle de la courbe obtenue au début de la torsion, la limite de la torsion magnétique obtenue dans ce cas étant expliquée par ce fait qu'elle ne doit plus augmenter quand apparaît la torsion résiduelle. »

PHYSIQUE. — *Sur un mode de comparaison des courbes de torsion.* Note de M. H. **Bouasse**, présentée par M. Mascart.

« Une des principales difficultés de l'étude des phénomènes de torsion est la définition précise de la *mollesse* du fil. Supposons que l'on possède au début de l'expérience un fil homogène et isotrope. Soient pris pour coordonnées dans un plan l'angle de torsion α et le couple correspondant C : les expériences sont alors figurées par un système de courbes que nous représentons symboliquement par la forme $C = \varphi(\alpha)$; elle n'est déterminée que si nous y joignons la loi de variation des azimuts dans le temps $\alpha = f(t)$.

» Si l'on change la *mollesse* du fil au début de l'expérience, comment est modifié le système $C = \varphi(\alpha)$? L'expérience conduit à poser la loi d'homothétie suivante : Soit a un paramètre compris entre 1 et ∞, qui mesure par définition la *mollesse* du fil. L'expression générale du système des

courbes de torsion est $aC = \varphi(a\alpha)$, pourvu que l'on prenne $a\alpha = f(t)$ pour nouvelle loi de variation des azimuts dans le temps, ou plus généralement, car il ne faut pas exclure les phénomènes à azimut constant, que les axes correspondants des courbes homothétiques soient parcourus dans des temps égaux. Ainsi, pour des fils de même diamètre, il suffit de prendre des unités a fois plus petites, pour obtenir avec un fil de *mollesse a* le système numérique pour les arcs et les angles qui convient au fil parfaitement énoncé de *mollesse* 1, les conditions de durée étant réalisées.

» La loi peut se généraliser si les diamètres des fils sont inégaux : les systèmes des courbes de torsion sont superposables par projection et homothétie : il faut pour la superposition deux réductions comprises dans l'expression $bC = \varphi(a\alpha)$. Sous cette forme, la superposition est probable pour des fils de diamètres, matières et recuits quelconques. »

PHYSIQUE. — *Transformation des rayons* X *par transmission.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann [1].

« J'ai montré que la surface d'un corps M, frappée par les rayons X, émet des rayons nouveaux (*rayons secondaires* S), qui possèdent les caractères fondamentaux des rayons X, mais sont beaucoup plus absorbés par les différents milieux, en particulier l'air ambiant [2]. Or, la surface par laquelle les rayons X sortent du corps M émet à son tour des rayons secondaires S' (*fig.* 1) qui ne diffèrent pas essentiellement des rayons S émis par la face d'entrée :

» Un écran *ee* au platinocyanure de baryum (*fig.* 1), protégé par une plaque de plomb EE contre l'action directe des rayons X, s'illumine quand on interpose en MM une feuille de zinc, d'étain, etc., et même d'aluminium; la silhouette de la main vue sur *ee* ne montre pas les os, car les chairs ne sont guère traversées par les rayons secondaires.

» On peut remplacer l'écran *ee* par une plaque photographique ordinaire, ou bien par un électroscope dans la cage duquel les rayons S pénètrent à travers une mince feuille d'aluminium battu ou une toile métallique.

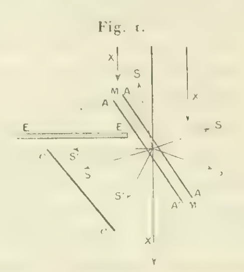
---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus* du 19 juillet, du 26 juillet, du 6 décembre 1897 et du 3 janvier 1898.

» En disposant la feuille MM comme sur la *fig.* 2, on peut observer, à gauche de la face d'entrée des rayons, l'action des rayons secondaires antérieurs S, et, à droite de la face de sortie, l'action des rayons secon-

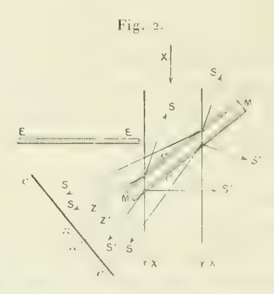
Fig. 1.



daires postérieurs S'. Ceux-ci sont les moins intenses, les rayons X qui les produisent ayant déjà subi une absorption dans la traversée de la feuille MM.

» On n'affaiblit pas la production des rayons antérieurs S et l'on aug-

Fig. 2.



mente progressivement celle des rayons postérieurs S' en amincissant la feuille MM jusqu'à une épaisseur *e* considérablement plus faible que l'épaisseur nécessaire pour arrêter la majeure partie des rayons X. C'est ce qui arrive, par exemple, avec une épaisseur d'or de $\frac{1}{2}$ micron formée par cinq feuilles d'or battu superposées. A ce moment les particules de M, dans toute l'épaisseur de la feuille mince, rayonnent à la fois en avant et en arrière.

» Pour une épaisseur de M supérieure à *e*, il y a ainsi, à chaque surface de la lame MM (*fig.* 2), une couche active d'épaisseur *e*, qui émet des rayons secondaires à travers cette surface et jusque dans le plan Z, ou Z',

de cette surface. Les deux couches actives ont une partie commune si l'épaisseur de la feuille MM est inférieure à $2e$.

» Si l'épaisseur de la feuille MM diminue au-dessous de e, l'intensité des rayons secondaires émis par les deux faces s'affaiblit, d'abord lentement, puis très vite. C'est dire que le rayonnement secondaire d'une particule est rapidement arrêté à mesure que l'épaisseur de matière qui sépare la particule de la surface augmente jusqu'à e.

» L'énergie des rayons secondaires émis par une feuille d'épaisseur e n'est qu'une faible partie de celle des rayons X incidents, puisqu'elle est au plus égale à l'énergie des rayons X arrêtés par la couche mince e. Mais cette énergie est mieux utilisée que celle des rayons X par les récepteurs : plaque photographique, écran fluorescent ou électroscope. Les rayons secondaires sont, en effet, absorbés bien plus que les rayons X par les couches sensibles des écrans fluorescents ou des plaques photographiques, ou par l'air qu'ils rendent conducteur de l'électricité.

» On comprend alors que l'action photographique, par exemple, des rayons S puisse être aussi forte que celle des rayons X au voisinage immédiat de la surface d'émission, tandis qu'elle est déjà bien plus faible après quelques millimètres de parcours dans l'air. Je rappelle que cette *énergique absorption des rayons* S *dans la couche d'air atmosphérique adjacente à la surface du corps actif* m'a permis, dès le début, de les différencier nettement des rayons X incidents (*Comptes rendus* du 26 juillet 1897).

» Pour démontrer que les rayons S', même déjà filtrés par quelques centimètres d'air, sont nettement différents des rayons X et en sont une *transformation*, il suffit de filtrer par une même feuille AA, moins absorbante que MM, d'abord les rayons X en plaçant la feuille AA en avant de MM (*fig.* 1), puis les rayons S' de MM en plaçant la même feuille en A'A' après MM. Dans le second cas, l'émission des rayons secondaires est beaucoup plus affaiblie que dans le premier cas; or, s'il n'y avait pas transformation des rayons X, il serait indifférent de les filtrer avant ou après leur diffusion par MM. Par exemple, le système (aluminium, zinc) diffuse par transmission beaucoup plus que le même système retourné (zinc, aluminium).

» De là, il résulte que le coefficient de transmission des rayons X, mesuré par l'affaiblissement de l'impression photographique, de la luminescence d'un écran, ou de la vitesse de décharge d'un corps électrisé, quand on interpose une feuille MM sur leur trajet, dépend à la fois de l'*absorption*

réelle (¹) des rayons X et de leur transformation en rayons secondaires. L'influence propre des rayons S' est très notable quand la feuille M n'est pas trop épaisse et que le récepteur (plaque photographique, écran fluorescent ou gaz soumis à l'influence électrostatique) n'est pas trop éloigné de M; elle s'affaiblit avec la distance de M au récepteur, à cause surtout de l'absorption des rayons secondaires par le gaz dans lequel ils cheminent.

» Dans le cas de deux ou plusieurs feuilles minces superposées, la *transparence apparente* du système dépend de l'*ordre* dans lequel les feuilles sont disposées, parce que les systèmes AM et MA produisent des *actions secondaires* inégales. J'ai déjà indiqué de telles anomalies (*Comptes rendus* du 26 juillet 1897). »

PHOTOGRAPHIE. — *Influence de la diffusion des éléments du révélateur dans le développement photographique.* Note de M. **R. Colson**, présentée par M. A. Cornu.

« Les résultats suivants ont pour point de départ une étude détaillée [2] que j'ai faite au sujet de l'action de la main sur la plaque au gélatinobromure. En disposant sur le verre d'une plaque retournée sur le bain révélateur soit les doigts, soit des corps métalliques chauffés par la main ou

---

[1] C'est l'absorption réelle qui produit l'échauffement du corps dans les récentes expériences de M. Dorn (*Wiedemann's Annalen*, 11 décembre 1897, p. 160). Il résulte de mes expériences que la transformation des rayons X en énergie calorifique est précédée par la transformation des rayons X en rayons secondaires plus absorbables eux-mêmes que les rayons X dont ils proviennent.

Il est à désirer que les belles expériences de M. Dorn conduisent à reprendre l'étude de l'absorption des rayons X par une *méthode bolométrique*. En effet, la meilleure méthode actuelle, fondée sur l'action de décharge des rayons, enregistre seulement la petite fraction de l'énergie rayonnante que le gaz placé dans le champ électrique absorbe sous une forme d'ailleurs mal connue; or, certains rayons X (rayons des tubes *durs*) sont absorbés, par la substance étudiée, ou par le gaz placé dans le champ électrique, considérablement moins que d'autres rayons X (rayons des tubes *doux*), et, surtout, que les rayons *secondaires* ou *tertiaires*; l'action électrique directe d'un faisceau de rayons et l'action électrique observée après l'interposition d'un corps absorbant peuvent être dans un rapport très différent de celui des énergies réellement rayonnées directement puis à travers le corps.

[2] Communication faite à la Société française de Photographie le 3 décembre 1897 (*Bulletin* du 1er janvier 1898).

par une autre source calorifique, j'ai montré que la chaleur produit l'impression en accélérant l'oxydation du révélateur et la réduction du bromure d'argent; j'ai montré aussi que l'appauvrissement qui en résulte dans le révélateur en contact avec les parties impressionnées détermine un appel des substances actives qui se trouvent encore en dissolution dans les parties voisines, d'où régions plus claires et apparences semblables à des effluves. Ce phénomène de diffusion est intimement lié au développement et doit se retrouver dans d'autres modes d'impression lorsque les conditions sont analogues, en particulier avec un révélateur en repos. La différence avec la lumière consistera en ce que, pour la chaleur, le passage d'une région chaude à une région froide se fait sur un large espace, tandis que, pour la lumière, le passage d'une région éclairée à une région obscure peut avoir lieu brusquement et sans transition.

» Supposons qu'on développe une plaque sur laquelle se trouvent deux impressions lumineuses voisines, d'intensités notablement différentes; et considérons dans l'impression la plus forte une petite surface; la portion du révélateur qui est en contact avec cette surface s'appauvrit en éléments du révélateur par le développement, d'où appel tendant à puiser ces éléments par diffusion tout autour dans un certain rayon. Si la petite surface est loin du bord, les actions latérales sont symétriques; mais si, tout en restant à l'intérieur de l'impression forte, elle vient près de la région moins impressionnée, dans laquelle les éléments du révélateur sont moins consommés, ceux-ci répondent à l'appel en plus grande quantité. Il en résulte que, le long de la limite commune, la teinte foncée est bordée intérieurement d'un trait encore plus foncé, et la teinte claire d'un trait encore plus clair. Ce phénomène est favorisé par le repos du révélateur. On en voit des exemples très nets sur des clichés développés dans ces conditions et provenant d'impressions par la lumière ou par les rayons Röntgen.

» Un révélateur maintenu en mouvement peut aussi produire cet effet de *silhouettage* s'il agit très rapidement, comme le métol : l'attaque immédiate de la surface bouche par le dépôt d'argent les pores superficiels, ce qui oblige l'appel à s'exercer latéralement dans l'intérieur de la gélatine.

» Pour étudier l'influence de l'épaisseur du bain sur la diffusion, j'ai fait l'expérience suivante.

» Deux plaques, l'une A impressionnée sous un cliché, l'autre B modérément voilée, sont inclinées l'une sur l'autre dans le révélateur, depuis le contact jusqu'à un écartement de 3^{mm}, les gélatines en regard; le révélateur au métol, très dilué, est laissé en

repos. Au bout d'une heure, la plaque A montre une image qui, pour des épaisseurs de bain supérieures à 1^{mm}, est voilée et couverte des stries bien connues qui prennent naissance dans le développement tranquille; puis l'image diminue d'intensité avec l'épaisseur, en restant encore très visible jusqu'au contact et très pure pour une épaisseur de $0^{mm},5$ et au-dessous. Le silhouettage se manifeste nettement, surtout lorsque l'épaisseur devient inférieure à 1^{mm}. Si l'on examine maintenant la plaque B, on voit que l'intensité de la teinte y diminue en même temps que l'épaisseur du bain et devient nulle près du contact des deux plaques. De plus, pour une épaisseur inférieure à 1^{mm}, elle montre un *négatif de l'image de A*; c'est-à-dire que, en face des parties où le révélateur a été plus ou moins épuisé par la plaque A, le développement du voile de la plaque B est plus ou moins supprimé. Ce résultat met bien en évidence l'influence de la diffusion dans un rayon de l'ordre du millimètre et confirme l'explication du silhouettage.

» J'ai repris cette expérience avec M. Cousin, au laboratoire de la Société française de Photographie.

» Après avoir vérifié que le négatif se fait d'autant mieux sur la plaque B que les deux plaques sont plus rapprochées, sans être jamais net, même au contact, à cause du rayon de diffusion, nous avons constaté qu'en réduisant au minimum l'épaisseur d'un révélateur énergique (l'ortol), c'est-à-dire en posant une lame de verre dans le bain sur la plaque à développer, les oppositions sont ménagées dans une très forte mesure, comme si l'on ajoutait du bromure de potassium.

» Nous avons été ainsi amenés à penser que les effets produits dans ces espaces restreints sont dus non pas seulement à l'épuisement des substances actives du révélateur, mais aussi à la formation des produits d'oxydation et de réduction, parmi lesquels figure le bromure alcalin retardateur que l'on sait produit par la réduction du bromure d'argent. De là aussi une application que j'appellerai *développement confiné :* il consiste à plonger la plaque dans l'eau pendant environ une minute, puis à la mettre dans un révélateur énergique et à la recouvrir presque aussitôt d'une lame de verre; ce moyen très simple, qui peut être réglé à volonté, équivaut à des variations très étendues dans la composition du bain sans qu'il soit nécessaire de modifier celui-ci.

» Au point de vue photographique, le silhouettage tend à affermir et à durcir les contours; il est avantageux dans les reproductions au trait et ne présente d'inconvénient dans les demi-teintes que s'il est trop accentué et s'il s'applique aux lointains.

» En Physique, il est de nature à fausser l'interprétation de certaines expériences, par exemple dans le domaine des rayons Röntgen, en donnant des apparences qui peuvent être attribuées à la marche des rayons,

tandis qu'elles proviennent des circonstances du développement : bain tranquille, surtout en faible épaisseur, ou révélateur trop rapide. »

PHYSIQUE. — *Sur les points de fusion de l'argent et de l'or.* Note de M. **Daniel Berthelot** [1], présentée par M. H. Becquerel.

« La détermination des points de fusion de l'argent et de l'or présente pour la pyrométrie un intérêt spécial. Ce sont, en effet, les plus élevés des points de fusion que l'on ait mesurés par comparaison directe avec le thermomètre à air, et, comme on les utilise couramment pour la graduation des pyromètres, de leur exactitude dépend celle des points de transformation des métaux, des points critiques des alliages, etc.

» Les divers nombres donnés pour ces deux constantes n'étant pas très concordants, plusieurs physiciens ont signalé l'intérêt qu'il y aurait à en reprendre la mesure en valeur absolue [2]. C'est ce qui m'a engagé à y appliquer la méthode interférentielle décrite dans une Note précédente et qui a sur les méthodes antérieures l'avantage d'être directe.

» Dans la partie centrale, à température constante, de l'appareil, on place côte à côte la soudure d'une pince thermo-électrique platine-platine iridié à 10 pour 100 et un fil d'argent de quelques millimètres de longueur qui ferme le circuit formé par deux fils de platine et en amène la rupture en fondant. On fait varier très lentement la température au voisinage du point de fusion de l'argent. A l'instant de la fusion, on note la force électromotrice de la pince, et l'on règle le courant qui chauffe le four de manière que cette force électromotrice ne varie pas pendant les mesures.

» Six séries d'expériences [3] ont donné les valeurs suivantes pour le point de fusion de l'argent : 959°,4, 961°,8, 966°,2, 965°,0, 959°,2, 961°,0; cinq séries d'observations ont donné pour l'or : 1064°,6, 1064°,0, 1062°,1, 1063°,6, 1066°,7; soit en moyenne : 962° pour le point de fusion de l'argent, 1064° pour le point de fusion de l'or.

» Il est intéressant de rapprocher ces nombres des résultats antérieurs.

---

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

(2) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 323; 1895. — Holman, *Philosophical Magazine*, 5e série, t. XLI, p. 487; 1896. — Ramsay, *ibid.*, t. XLI, p. 361; 1896.

(3) M. Férent, directeur du laboratoire du comptoir Lyon-Alemand, a eu l'obligeance de me remettre des échantillons d'argent et d'or parfaitement purs.

» La première mesure précise du point de fusion de l'argent est celle de Pouillet ([1]) qui, avec un thermomètre à air, à réservoir de platine, trouva 1000°.

» En 1862, E. Becquerel ([2]) inaugura le procédé repris par les plus récents observateurs; il détermina les points de fusion à l'aide d'un couple platine-palladium étalonné avec un thermomètre à air. Le réservoir de ce dernier était en platine épais; on le plaçait à côté de la pince, vers le milieu d'un tube en terre qui traversait un fourneau à dôme, chauffé au charbon de terre ou des cornues. En réglant les registres on obtenait des températures stationnaires pendant vingt minutes, et on lisait les indications des deux instruments. Dans une autre série d'observations, on notait l'indication de la pince au moment de la fusion d'un fil d'argent ou d'un fil d'or. E. Becquerel fixa ainsi le point de fusion de l'argent à 960° et celui de l'or à 1092°.

» Mais H. Sainte-Claire Deville, ayant obtenu des nombres plus élevés en employant la dilatation de la vapeur d'iode, dont on ignorait l'anomalie, critiqua l'emploi du platine qui deviendrait perméable aux gaz à la température du rouge. E. Becquerel fit alors une seconde série d'expériences en substituant au réservoir de platine un réservoir de porcelaine ([3]). Il trouva ainsi des nombres de 40° plus bas que les précédents. La cause de cette divergence réside dans la mauvaise conductibilité de la porcelaine qui empêche l'équilibre de température de s'établir, en sorte que l'air contenu dans le réservoir reste toujours à une température plus basse que la pince placée au dehors.

» De 1877 à 1879, M. Violle ([4]), dans une série de recherches devenues classiques, mesura la chaleur spécifique du platine au moyen du thermomètre à air et s'en servit pour déterminer les points de fusion des métaux réfractaires. Il trouva 954° pour celui de l'argent et 1035° pour celui de l'or.

» En 1879, MM. Erhard et Schertel ([5]), en chauffant dans un moufle deux réservoirs en porcelaine dont l'un servait de thermomètre à air et dont l'autre contenait le métal étudié, trouvèrent 954° pour la fusion de l'argent, 1075° pour celle de l'or.

» En 1889, M. Barus ([6]) étalonna plusieurs couples platine-platine iridié à 20 pour 100 au moyen de divers thermomètres à air. Il se servit d'un four à gaz rotatif pour uniformiser les températures. Reprenant un dispositif déjà employé incidemment par Becquerel (*Comptes rendus,* t. LVII, p. 930; 1863), il fit construire des réservoirs en porcelaine avec cavité rentrante en forme de doigt de gant pour y loger le couple afin que la soudure, bien qu'extérieure au thermomètre, prît la température de la masse d'air intérieure; mais cette précaution est insuffisante; comme dans la seconde série de Becquerel, la paroi de porcelaine empêche l'égalisation des températures. Or, le réservoir du thermomètre est presque entièrement enveloppé par un

---

([1]) *Comptes rendus,* t. III, p. 182; 1836.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LXVIII; 1863.

([3]) *Annales du Conservatoire,* t. IV, p. 597; 1863.

([4]) *Comptes rendus,* t. LXXXV, p. 543; 1877; t. LXXXVII, p. 981; 1878; t. LXXXIX, p. 702; 1879. — *Journal de Physique,* t. VII, p. 69; 1878.

([5]) *Jahrbuch für das Berg und Huttenwesen in Sachsen;* 1879.

([6]) *Bulletin of the United States geological Survey,* n° 54; 1889. *American journal of Science,* t. XLVII, p. 366; 1894, et t. XLVIII, p. 332; 1894.

moufle; la pince, au contraire, ne touche pas les parois de l'appareil et est située au fond d'une sorte de tube creux, assez court, en communication avec l'air extérieur. Le thermomètre est donc à une température supérieure à celle de la pince, et les nombres de M. Barus (986° pour la fusion de l'argent, 1091° pour la fusion de l'or) sont trop élevés.

» En 1892, MM. Holborn et Wien ([1]) graduèrent, avec le thermomètre à air, une pince Le Chatelier platine-platine rhodié à 10 pour 100. Pour assurer l'égalité de température entre la soudure du couple et la masse d'air thermométrique, ils empruntèrent à M. Callendar le dispositif très heureux qui consiste à placer les fils du couple à l'intérieur du réservoir en porcelaine. Le mode de chauffage adopté (four à gaz chauffé par le bas avec sortie des gaz par le haut) prête, par contre, à critique. Les températures qu'il fournit ne sont ni stationnaires, ni même uniformes. Le bas du réservoir est chauffé plus fortement que le haut, et la soudure du couple donne une indication complexe qui dépend du rayonnement des diverses parois à inégale température. Il est difficile de juger de la précision obtenue, les auteurs ne donnant le détail d'aucune mesure et ne faisant pas connaître les dimensions de leurs appareils. Les points de fusion ont été trouvés par la méthode de rupture des fils : 968° pour l'argent (971° dans un travail postérieur), et 1072° pour l'or.

» Le Tableau suivant résume ces résultats :

Point de fusion.	E. Becquerel. 1863.	Violle. 1879.	Erhard et Schertel. 1879.	Barus. 1894.	Holborn et Wien. 1895.	D. Berthelot. 1898.
Argent...	960°	954°	954°	986°	971°	962°
Or.......	1092°	1035°	1075°	1091°	1072°	1064°

» Sauf la série de M. Barus, qui paraît, comme il a été dit, entachée d'une erreur systématique, les mesures du point de fusion de l'argent sont assez concordantes, les divers nombres tombant entre 954° et 971°. Les résultats obtenus pour le point de fusion de l'or sont plus discordants; mais il suffit de connaître l'un de ces deux points pour fixer l'autre d'une manière très approchée par les méthodes électriques, qui sont susceptibles d'une grande précision et dont l'emploi, d'une légitimité douteuse pour une extrapolation étendue, ne peut conduire qu'à de faibles erreurs pour une interpolation ou pour une extrapolation peu étendue. Abstraction faite des valeurs absolues, l'écart entre les points de fusion de l'argent et de l'or a été trouvé de 105° à 108° par M. Barus (couple platine-platine iridié à 20 pour 100), de 101° à 104° par MM. Holborn et Wien (couple platine-platine rhodié à 10 pour 100), de 100° à 105° par M. Le Chatelier ([2]) (même couple), de 102° par MM. Holman, Lawrence et Barr ([3]) (même couple), de 101° par MM. Heycock et Neville ([4]) (variation de résistance d'un fil de platine).

» Il résulte de là que l'écart entre les points de fusion de l'argent et de

([1]) *Wiedemann's Annalen* (II), t. XLVII, p. 107; 1892, et t. LVI, p. 361; 1895.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 323; 1895.
([3]) *Philosophical Magazine*, 5e série, t. XLII, p. 37; 1896
([4]) *Journal of the chemical Society*, t. LXVII, p. 160; 1895.

l'or est un peu supérieur à 100°. Or la différence entre les deux nombres 962° et 1064°, déterminés indépendamment l'un de l'autre par la méthode interférentielle, est de 102°. Cette concordance est une confirmation de l'exactitude de ces nombres. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« La méthode que j'ai indiquée dernièrement (*Comptes rendus*, 17 janvier 1898) pour la détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes, se résume ainsi : Dans un système de deux tubes verticaux, A et B, de faible diamètre, pouvant communiquer par leur partie inférieure, on dispose trois gaz, superposés deux à deux dans chaque tube; quand ils se sont mis en équilibre, on détermine la position des surfaces idéales α et β suivant lesquelles les gaz se touchent, en faisant disparaître l'un des gaz de chacun des tubes par un absorbant convenable ou, plus généralement, en analysant le contenu de A et de B; des distances, h et h', de α et β au haut des tubes, on déduit la densité cherchée d'un des trois gaz, celles des deux autres étant connues.

» J'ai étudié soigneusement cette méthode dans le cas où l'un des gaz auxiliaires est de l'anhydride carbonique et où les extrémités supérieures de A et de B, munies des prolongements horizontaux dont j'ai parlé, étant ouvertes dans l'atmosphère, le second gaz auxiliaire, celui qui s'introduit à la suite de la colonne initialement la plus lourde, est de l'air ordinaire. Dans ce cas, on a $d_0 = 1$ et $\delta_0 = 1,529$, et la relation

$$h'd'_0 = hd_0 + (h' - h)\delta_0$$

donne pour la densité cherchée l'expression très simple

$$d'_0 = 1 + \frac{h' - h}{h'} 0,529.$$

» Je vais rendre compte de déterminations faites sur des gaz moins lourds que l'anhydride carbonique; elles montreront le degré de précision de la méthode.

» L'équilibre dont on doit attendre l'établissement complet avant de mesurer h et h' est, je l'ai dit, loin de s'obtenir instantanément; une étude méthodique était utile pour fixer les idées sur le temps qu'il met, dans

chaque cas, à se produire. Je l'ai faite d'abord en opérant sur l'air comme sur un gaz dont on cherche la densité : la branche A est remplie d'anhydride carbonique et la branche B d'air; on ouvre la communication entre A et B pendant une, deux, trois, . . . minutes, et l'on voit, par la détermination des positions de α et de β, quel a été le déplacement des gaz après chaque durée; à partir du moment où l'on trouve α et β dans un même plan horizontal ($h' = h$), l'équilibre est établi.

» Voici un exemple. (T est le temps durant lequel on laisse l'équilibre se produire, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le moment où l'on ouvre la communication des deux branches A et B et celui où on l'intercepte.)

T, en minutes	0.	1.	2.	3.	4.	6.	8.	Densité réelle.
$h' - h$ (ou distance verticale de α et β), en millim.	1145	216,2	31,9	1,9	−0,2	−1,4	−2,3	
h', en millimètres	1145	638,7	544,2	532,2	534,1	529,2	528,7	
Densités	»	»	»	»	1,000	0,999	0,998	1,000

» Ici, au bout de quatre minutes, la distance $\alpha\beta$ était sensiblement nulle; l'équilibre était réalisé. On remarquera que cet équilibre s'est ensuite troublé très légèrement. C'est là une conséquence d'effets complexes de la diffusion entre les gaz qui se pénètrent, effets croissant à mesure que celle-ci se poursuit. Il y a donc intérêt à ne pas prolonger inutilement une expérience. Quand on est bien certain, d'après une étude préalable de l'appareil, que l'équilibre est établi, il convient d'isoler, sans attendre, les deux branches A et B et de déterminer h et h'.

» *Azote chimique.* — Azote pur, sans argon, tiré de l'azotate d'ammonium. Densité réelle : 0,967.

T, en minutes	2.	4.	6.	8.	10.	12.	Densité réelle.
$h' - h$, en millimètres	9,5	32,8	32,5	32,6	33,7	30,3	
h', en millimètres	528	539,5	515,4	516,7	521,2	469,5	
Densités trouvées	0,990	0,968	0,967	0,967	0,966	0,966	0,967

» A partir de six minutes, et sans doute de cinq seulement, l'équilibre était réalisé; entre six et huit minutes, la densité a été obtenue à moins de $\frac{1}{1000}$ près.

» *Oxygène.* — Préparé par le chlorate de potassium pur; conservé plusieurs mois sur le mercure. Densité réelle : 1,1052.

T, en minutes	2.	4.	6.	8.	10.	12.	Densité réelle.
$h'-h$, en millimètres	208	116	121	117,3	115	116	
h', en millimètres	629,8	575,6	608,1	591,8	587	591,4	
Densités trouvées	1,176	1,107	1,105	1,105	1,104	1,104	1,105

» Même conclusion que pour l'azote.

» *Argon.* — Échantillon provenant de dosages de argon dans l'air et obtenu par absorption de l'azote sur le magnésium et purification au moyen de l'étincelle en présence de potasse et d'oxygène. Densité réelle :

$$\frac{1,780 \text{ (Leduc)}}{1,2932} = 1,3764.$$

T, en minutes	2.	4.	6.	8.	10.	12.	Densité réelle.
$h'-h$, en millim.	1175	967,2	927,2	993	961,4	921,7	»
h', en millimètres	1541	1324,6	1309,4	1403	1363,7	1313	»
Densités trouvées	1,403	1,386	1,375	1,374	1,373	1,371	»
Densités trouvées avec un autre appareil plus précis	»	»	1,3764	1,3766	»	»	1,376

» Les quatrièmes décimales sont assurément tout à fait incertaines.

» *Méthane.* — Préparé par le mercure diméthyle et l'acide sulfurique. L'analyse a montré que le gaz contenait 1,5 pour 100 d'air, en sorte que sa densité, au lieu d'égaler celle du méthane pur 0,558, devait être de 0,565.

T, en minutes	5.	5.	10.	Densité réelle.
$h'-h$, en millimètres	300,3	296,3	297,2	«
h', en millimètres	366	361,2	360,6	»
Densités trouvées	0,566	0,566	0,564	»
Densités corrigées de l'erreur due à l'air	0,559	0,559	0,557	0,558

» *Hydrogène.* — Ce gaz et l'anhydride carbonique se diffusent avec une extrême rapidité l'un dans l'autre. Vers la fin de la période nécessaire à l'établissement d'un équilibre, l'anhydride carbonique arrive déjà, par diffusion, au haut du tube B et commence à s'engager dans le prolongement horizontal de ce tube. Dès lors, tout équilibre qui se produirait serait immédiatement troublé; en un mot, il ne se produit pas d'équilibre de quelque durée. La méthode ne s'appliquerait, me semble-t-il, qu'avec un appareil d'une hauteur un peu exagérée ou des complications de manipulation.

» En résumé, l'équilibre qu'exige, pour être utilisable, la méthode que j'ai exposée, se produit réellement, hormis le cas exceptionnel de l'hydrogène; il se maintient pendant un temps largement suffisant. Avec les divers appareils dont j'ai fait usage (les tubes A et B ont varié de $1^m,15$ à $1^m,65$ de longueur et de $1^{mm},6$ à $2^{mm},7$ de diamètre intérieur), les densités, prises après six et huit minutes, ont été généralement déterminées avec précision. Le volume de gaz employé à chaque essai a été de 5^{cc} à 7^{cc}.

» La méthode ne prétend certes pas valoir celles qu'on peut faire reposer sur des pesées de haute précision, quand on possède des volumes gazeux suffisants; mais, dans les cas assez fréquents où l'on ne dispose que de volumes extrêmement réduits, elle est capable de donner des résultats très satisfaisants. Elle se recommande aussi par sa simplicité et sa rapidité pour des applications industrielles. »

CHIMIE. — *Sur la corrélation entre la réduction par l'hydrogène naissant, l'électrolyse et la photolyse de l'acide carbonique*, Note de M. **A. Bach**.

« On sait que l'électrolyse de l'acide carbonique donne lieu à la formation d'acide formique. En envisageant cette réduction à la lumière des théories modernes de l'électrolyse, je suis arrivé à la conclusion qu'elle ne peut être due qu'à l'action secondaire de l'hydrogène naissant sur l'acide carbonique.

» Théoriquement, l'acide carbonique $CO(OH)^2$ doit, comme les autres acides carboxylés, fournir un aldéhyde par la substitution d'un atome d'hydrogène au groupe oxhydryle, mais il diffère des autres acides carboxylés en ce qu'il renferme, unis au carbonyle, deux groupes oxhydryles. Il doit donc pouvoir fournir deux aldéhydes. En substituant un atome d'hydrogène à l'un des oxhydryles de l'acide carbonique, on obtient un premier aldéhyde HCOOH, qui est l'acide formique. Par la substitution d'un atome d'hydrogène à l'autre groupe OH, il doit se former un second aldéhyde, H^2CO, l'aldéhyde formique.

» En étudiant l'action de l'hydrogène naissant, résultant de la décomposition de l'eau par différents amalgames, sur l'acide carbonique, M. Lieben (1) a montré: 1° qu'en solution acide la réduction ne s'effectue que très difficilement; 2° qu'en solution alcaline la réduction est presque quan-

(1) *Wiener Monatshefte für Chemie*, p. 211; 1895.

titative, et 3° que l'*acide formique est le seul produit de réduction de l'acide carbonique*. Ce dernier résultat semble être en désaccord avec les notions établies, vu que, une fois formé, l'acide formique devrait se réduire ultérieurement en aldéhyde formique sous l'action de l'hydrogène naissant en excès. Mais il s'explique, au moins en ce qui concerne les principales expériences de M. Lieben (réduction en solution alcaline), par le fait que l'acide formique, aussitôt produit, était neutralisé par l'alcali et se trouvait ainsi soustrait à la réduction ultérieure.

» Pour éviter cet inconvénient, j'ai pris, comme source d'hydrogène naissant, l'hydrure de palladium. 10^{gr} de mousse de palladium et une lame de même métal pesant $2^{gr},85$ ont été chargés d'hydrogène soit électrolytiquement, soit par l'action d'un courant d'hydrogène à 120°. L'hydrure formé a été introduit dans une éprouvette à pied contenant 20^{cc} d'eau bouillie et refroidie dans un courant de gaz carbonique. L'éprouvette était reliée, d'une part, à un appareil à gaz carbonique et, d'autre part, à un tube deux fois recourbé et contenant du mercure. Tous les trois jours, on faisait passer dans l'éprouvette un courant de gaz carbonique jusqu'à saturation complète de l'eau. Au bout de trente jours, le liquide a été filtré et traité par de l'eau d'aniline. Il s'est formé un faible dépôt blanc, qui a été lavé et dissous dans l'éther. En s'évaporant, la solution a laissé déposer de fines aiguilles incolores qui, par leur point de fusion et leur aspect, étaient identiques à la méthylène-aniline $H^2C = AzC^6H^5$ qui se forme par l'action de l'aldéhyde formique sur l'aniline (Tollens). Dans une autre expérience, le liquide filtré a été traité par de l'ammoniaque en excès; évaporé à siccité, le résidu a été redissous dans une petite quantité d'eau et additionné d'eau de brome. Il s'est formé un précipité jaune, que M. Lieben considère comme absolument caractéristique de l'hexaméthylènetétramine.

» Il résulte de ces expériences que la réduction de l'acide carbonique par l'hydrogène naissant donne effectivement lieu à la formation d'aldéhyde formique. Appliquons ce résultat à l'électrolyse de l'acide carbonique.

» D'après la règle générale, les phases dominantes de l'électrolyse de l'acide carbonique sont les suivantes :

$$H^2CO^3 = H^2 + CO^3 \qquad \text{et} \qquad CO^3 + H^2O = H^2CO^3 + O.$$

» Comme réactions accessoires, nous aurons :

$$H^2CO^3 + H^2 = HCOOH + H^2O \quad \text{et} \quad HCOOH + H^2 = CH^2O + H^2O\ (^1).$$

(¹) M. Beketow, qui a étudié l'électrolyse de l'acide carbonique, n'a obtenu que de l'acide formique. Mais, comme M. Lieben, il a opéré en solution alcaline.

» Pour réduire électrolytiquement une molécule d'acide carbonique en aldéhyde formique, il faut que deux autres molécules de cet acide soient décomposées en leurs ions. L'ensemble des réactions peut donc être représenté par les équations suivantes :

$$3H^2CO^3 = 2CO^3 + 2H^2O + CH^2O = 2H^2CO^3 + O^2 + CH^2O.$$

» En partant d'un ordre d'idées absolument différent, j'ai montré, dans un Travail publié en 1893 ([1]), que, sous l'action de la radiation solaire, l'acide carbonique se décompose suivant l'équation

$$3H^2CO^3 = 2H^2CO^4 + CH^2O = 2H^2CO^3 + O^2 + CH^2O.$$

» Le composé H^2CO^4 n'est évidemment autre chose que le groupe $CO^3 + H^2O$ (hydrate de peroxyde de carbonyle, acide percarbonique) de l'électrolyse et, comme lui, il doit se décomposer, aussitôt formé, en oxygène et acide carbonique. Chose très curieuse, le percarbonate de potasse découvert par MM. Constans et Hausen se comporte avec l'eau exactement comme le groupe $CO^3 + H^2O$ ou H^2CO^4.

» Ainsi, en admettant que, dans l'électrolyse, l'acide carbonique soit réduit par l'hydrogène mis en liberté, l'électrolyse et la photolyse de cet acide suivent exactement la même marche. Il y a complète identité entre ces deux phénomènes, soit que la radiation solaire agisse exactement comme l'électricité, soit qu'elle se transforme en électricité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les uréthanes aromatiques de la conicine.* Note de MM. P. Cazeneuve et Moreau, présentée par M. Friedel.

« L'action énergique de la pipéridine, qui donne instantanément des uréthanes par réaction sur les carbonates phénoliques, permettait de supposer que la conicine ou propylpipéridine se comporterait d'une façon analogue.

» L'action de la conicine est cependant moins énergique : mélangée aux éthers carboniques aromatiques, elle ne dégage pas de chaleur. Il faut faire intervenir l'ébullition pour déterminer la réaction. Au bout d'une heure la combinaison est terminée. Nous avons obtenu ainsi, en chauffant 2 molécules de conicine et 1 molécule d'éther carbonique, des uréthanes li-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1145; *Moniteur scientifique*, p. 669 à 685; 1893.

quides, incristallisables, d'une viscosité croissant avec le poids moléculaire, stables, distillant, presque sans altération, à la pression normale et correspondant à la formule

$$CO\begin{matrix}\diagup AzC^8H^{16} \\ \diagdown OR\end{matrix},$$

R étant un radical aromatique.

» Tous ces corps sont saponifiables par la potasse alcoolique à 150° et décomposables par SO^4H^2 avec dégagement de CO^2.

» 1° *Uréthane phénylique de la conicine.* — On chauffe à l'ébullition, soit vers 160°, pendant une heure, 1 molécule de carbonate de phényle et 2 molécules de conicine, soit 11gr,50 d'éther pour 12gr,70 de base. On laisse refroidir.

» On traite le liquide visqueux obtenu, successivement par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, puis par l'eau alcaline, pour enlever l'excès de conicine et le phénol formé. On agite avec l'éther, qui s'empare de l'uréthane et l'abandonne par évaporation à une douce chaleur.

» On a ainsi un corps liquide incristallisable, distillant à 325°, qui a donné à l'analyse :

$$Az = 5,79 \text{ pour } 100.$$

» La formule $CO\begin{matrix}\diagup AzC^8H^{16} \\ \diagdown OC^6H^5\end{matrix}$ exige 5,66 pour 100.

» Ce corps est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène.

» Il est dextrogyre comme la conicine naturelle, mais son pouvoir rotatoire est bien moins élevé. Nous avons trouvé en solution alcoolique :

$$[\alpha]j = +3°,66.$$

» 2° *Uréthane gaïacolique de la conicine.*—Une molécule de carbonate de gaïacol est chauffée à l'ébullition pendant une heure avec 2 molécules de conicine (13gr,70 pour 12gr,70). Comme précédemment, on lave à l'eau chlorhydrique, puis à l'eau alcaline. Par agitation, on fait passer le corps dans l'éther à 65°. Ce dernier, évaporé à douce température, abandonne un liquide légèrement coloré, plus visqueux que l'uréthane phénylique, distillant à 277° en se colorant un peu sans trop se décomposer. Il présente les mêmes caractères de solubilité que le dérivé phénylique. A l'analyse, il a donné :

$$Az = 5,21 \text{ pour } 100.$$

» La formule $CO\begin{matrix}\diagup AzC^8H^{16} \\ \diagdown OC^6H^4OCH^3\end{matrix}$ exige 5,05.

» 3° *Uréthanes naphtoliques α et β de la conicine.* — L'opération a été conduite successivement avec les deux carbonates de naphtol α et β comme précédemment. Deux molécules de conicine, soit 12gr,70, ont été chauffées pendant une heure à l'ébullition avec une molécule de carbonate de naphtol, soit 15gr,70. Après lavage à l'eau

acide, puis à l'eau alcaline, on fait passer le corps dans l'éther qui l'abandonne par évaporation.

» On obtient ainsi des liquides colorés très visqueux distillant au-dessus de 300° en se colorant un peu et donnant à l'analyse des chiffres exacts, indice que, même sous la pression normale, ils s'altèrent peu en distillant.

» L'analyse a donné (corps β) : $Az = 4,527$ pour 100.

» La formule $CO\langle\begin{smallmatrix}AzC^{18}H^{16}\\OC^{10}H^{7}\end{smallmatrix}$ exige 4,71.

» Ces uréthanes naphtoliques de la conicine sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et le benzène.

» Ces dérivés gaïacoliques et naphtoliques ont, sans aucun doute, un pouvoir rotatoire. Faute de liquides en quantité suffisante et suffisamment incolores, nous n'avons pas encore pu prendre ces mesures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction colorée nouvelle de la phénylhydrazine.* Note de M. **Louis Simon** (1), présentée par M. Friedel.

« I. Au cours d'essais destinés à m'assurer de la spécificité du réactif de l'aldéhyde ordinaire que j'ai indiqué récemment, j'ai reconnu que dans des conditions analogues, mais sans que l'on ait à craindre d'ambiguïté, ce réactif peut servir à déceler des traces de phénylhydrazine libre ou sous forme de sels. Voici comment il convient d'opérer :

» On chauffe pendant quelques instants la solution de phénylhydrazine avec quelques gouttes de triméthylamine aqueuse; on ajoute quelques gouttes d'une solution aqueuse de nitroprussiate de soude, puis de la potasse en solution concentrée. Dès l'addition de nitroprussiate, il se manifeste une coloration *bleu franc*, parfois verdâtre s'il y a un excès de nitroprussiate; cette coloration se fonce notablement par addition de potasse. L'addition d'une petite quantité d'acide acétique, avant ou après celle de potasse, modifie la coloration bleue en la poussant vers le bleu céleste sans paraître l'atténuer sensiblement. Ce réactif permet de déceler jusqu'à $\frac{1}{50000}$ de phénylhydrazine. La coloration est très foncée pour la dilution $\frac{1}{1000}$; elle est fugace, c'est-à-dire qu'elle disparaît en un quart d'heure environ pour cette dernière dilution.

» II. *Caractères de la réaction.* — La présence des solvants organiques, tels que l'alcool et l'éther, ne semble pas gêner la réaction; au contraire le chloroforme et le benzène ont une action fâcheuse, l'acétone donne sa réaction colorée propre (coloration rouge de Legal).

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de l'École Normale supérieure.

» La présence des acides minéraux ou organiques retarde l'apparition de la coloration jusqu'à l'addition de potasse.

» L'acide acétique, ajouté après l'apparition de la coloration, la modifie comme il est dit plus haut; lorsque l'on en ajoute un excès, il la fait disparaître après un nouveau virage vers le rouge.

» L'addition d'acide chlorhydrique au liquide bleu produit un virage vers le rouge puis la décoloration.

» La présence d'ammoniaque ne gêne pas la réaction, soit qu'elle préexiste dans la phénylhydrazine ou dans la triméthylamine, soit qu'on l'ajoute après l'apparition de la coloration.

» *Action de la chaleur.* — La coloration bleue dont il vient d'être question se produit par le mélange *à froid* de phénylhydrazine, triméthylamine et nitroprussiate, mais plus lentement et progressivement.

» Si, la coloration une fois produite, on chauffe sans précaution, elle disparaît et est finalement remplacée par une coloration fixe, rouge franc (en présence de potasse), jaune clair (si l'on n'avait pas ajouté de potasse).

» Si, le mélange étant fait, mais la coloration bleue encore faible, on chauffe, cette coloration apparaît plus rapidement, mais disparaît ensuite si l'on ne s'arrête pas et qu'on continue à chauffer, exactement comme dans l'essai précédent.

» Cela explique pourquoi il convient de chauffer préalablement la phénylhydrazine et la triméthylamine *seules* avant d'ajouter le nitroprussiate et la potasse.

» La coloration rouge produite par la chauffe constitue d'ailleurs un excellent caractère d'identité pour la réaction ; un excès d'acide acétique fait virer cette couleur du rouge au bleu.

» III. Je me suis préoccupé de reconnaître la généralité de cette réaction colorée :

» 1° Les hydrazones, par exemple la phénylhydrazone pyruvique $C^6H^5 - AzH - Az = C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CO^2H\end{smallmatrix}$, ne la donnent pas.

» 2° La formylphénylhydrazine $C^6H^5 - AzH - AzH - CO.H$ et la benzoylhydrazine $C^6H^5 - AzH - AzH - CO.C^6H^5$ ne la donnent pas davantage.

» 3° La méthylphénylhydrazine dissymétrique $\begin{smallmatrix}C^6H^5 \\ CH^3\end{smallmatrix}\rangle Az - AzH^2$ ne donne rien de semblable.

» Ces réactions négatives montrent que l'existence intégrale du groupe

— AzH — AzH² dans la molécule est une condition nécessaire à la réaction; elle n'est pas suffisante, car on n'a rien observé d'analogue avec :

» 4° L'hydrate d'hydrazine $AzH^2 - AzH^2.H^2O$ ni avec :

» 5° La semicarbazide $AzH^2 - CO - AzH.AzH^2$.

» *La réaction paraît donc appartenir exclusivement aux dérivés de la phénylhydrazine, substitués dans le noyau aromatique.*

» 6° L'orthocrésylhydrazine $CH^3 - C^6H^4 - AzH^2$ donne en effet la coloration bleue.

» La *p*-bromophénylhydrazine $C^6H^4Br - AzH - AzH^2$ se comporte à tous les points de vue (sensibilité et autres caractères de la réaction) exactement comme la phénylhydrazine.

» IV. Cette coloration bleue ne peut être confondue avec celle que donne l'aldéhyde éthylique avec le même réactif; la persistance de la coloration bleue actuelle en présence de potasse, d'ammoniaque et d'acide acétique, ne laisse place à aucune ambiguïté.

» A un autre point de vue, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que M. Denigès (*Bull. Soc. chim.*, t. XV, p. 1058) a indiqué que la phénylhydrazine présente la réaction de Legal (coloration rouge orangé avec le nitroprussiate et la potasse, virant au rouge violacé par addition d'acide acétique). J'ai constaté que cette réaction, caractéristique des cétones et aldéhydes, est très sensible avec la phénylhydrazine et permet d'en caractériser des traces. Elle me paraît cependant moins sensible que celle que je viens d'indiquer; elle est également beaucoup moins spécifique, car sans franchir les limites du groupe de composés dont il s'agit ici, elle s'applique aussi bien à la méthylphénylhydrazine et aux formyl- et benzoylphénylhydrazine qu'à la parabromophénylhydrazine et aux autres phénylhydrazines substituées dans le noyau aromatique, ainsi que j'ai pris le soin de le vérifier. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la fréquence des mouvements et du poids soulevé sur la puissance maximum du muscle en régime régulier.* Note de MM. André Broca et Charles Richet, présentée par M. Marey.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, janvier 1898), nous avons montré que l'on peut maintenir, pendant une heure ou deux, un travail régulier des muscles, en puissance maximum, si l'on se règle d'après la fatigue supportable.

» Il existe, bien entendu, de nombreuses causes de variations, dues aux conditions différentes de l'expérimentation. En faisant beaucoup d'expériences croisées, et en prenant des moyennes générales, on élimine ces variations accidentelles et l'on obtient des chiffres qui sont concordants, même à plusieurs semaines de distance. On peut voir ainsi quelles sont les influences de deux facteurs essentiels, la fréquence et le poids, sur la puissance maximum.

» Or, pour la fréquence, nous avons pu prouver deux faits importants :

» 1° *La puissance du muscle augmente avec la fréquence des contractions ;*

» 2° Cette augmentation, dans le cas de fréquences moyennes, est très faible, et la puissance, dans ces limites, est à peu près constante.

» Les deux Tableaux suivants, représentant les moyennes d'environ quarante heures de travail, mettent le fait en pleine lumière :

TABLEAU I. (EXP. DE A. B.)

Fréquence des contractions par minute.	Grammètres par seconde.				
	250gr.	500gr.	750gr.	1000gr.	1250gr.
100	1,2	2,7	3,0	3,6	4,1
150	2,0	3,5	4,1	4,2	4,8
200	2,3	3,6	4,3	4,5	5,2
250	1,7	3,7	4,9	5,1	5,6
280	1,2	3,5	4,5	5,9	7,1

TABLEAU II. (EXP. DE CH. R.)

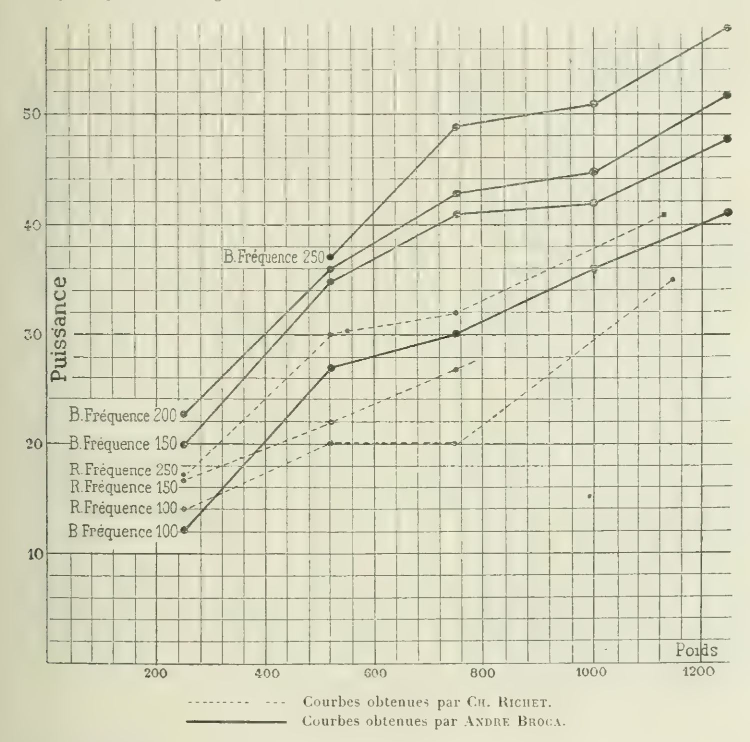
	250gr.	500gr.	750gr.	1150gr.
100	1,4	2,0	2,0	3,4
150	1,7	2,2	2,7	4,1
250	1,7	3,0	3,2	4,1

» 1° Il est à remarquer que, pour les poids faibles, cet accroissement de la puissance du muscle, à partir de la fréquence de 200, n'existe pas; mais à cette grande fréquence les poids faibles ne peuvent plus retomber avec assez de rapidité, et les oscillations du poids ne suivent pas les mouvements qu'on fait avec l'index. C'est une cause d'erreur qui n'existe ni pour les grands poids, ni pour les fréquences modérées, de sorte que la décroissance avec la fréquence (à partir de 200 par minute pour des poids de 250gr et de 500gr) n'infirme nullement la loi énoncée. C'est une cause d'erreur systématique due à l'ergomètre lui-même.

» 2° Pour les poids très forts et les fréquences grandes, la puissance

semble être maximum. Mais ce maximum est presque illusoire, en ce sens qu'on est alors très voisin de l'épuisement total du muscle. Par exemple si, à certains jours, B a pu faire, avec un poids de 1250^{gr}, un travail de 7,1 grammètres par seconde avec une fréquence de 280 par minute, à

Courbes donnant la puissance en grammètres par seconde pour les diverses fréquences de contraction. — A la ligne des x sont indiqués les poids soulevés en grammes. — A la ligne des y, les puissances en grammètres.



---------- --- Courbes obtenues par Ch. Richet.
——————— Courbes obtenues par André Broca.

d'autres jours ce travail a été impossible; et d'ailleurs ce n'est qu'après entraînement qu'on arrive à ce niveau élevé de travail. Si, dès le début de l'expérience, on s'était mis à ce régime, en une ou deux minutes le muscle eût été totalement ruiné.

» Cette croissance de la puissance musculaire avec la fréquence est la confirmation de la loi établie par Heidenhain, puis Nawalichin, et si bien modifiée par M. Chauveau (*Le Travail musculaire*, p. 154-162). Mais elle se présente ici sous une forme un peu différente. Heidenhain et Nawalichin avaient vu que l'énergie consommée croît en même temps que les différentes phases de la contraction ; autrement dit, que les petites contractions dégagent moins de travail chimique que les grandes, à travail égal ; et M. Chauveau a vu que l'échauffement musculaire est d'autant plus petit, pour un raccourcissement donné, que le muscle est plus près de son maximum d'allongement normal.

» Nos expériences fournissent la conséquence presque nécessaire de ces observations, à savoir qu'il vaut mieux, à égalité de travail, faire de petites contractions, nombreuses, qu'en faire de grandes, peu fréquentes. Cette conclusion était implicitement contenue dans les faits éclairés par Heidenhain, Nawalichin et Chauveau ; mais il n'en est pas moins intéressant de l'avoir démontrée par une expérimentation directe. D'autant plus qu'on aurait pu, à la rigueur, concevoir que la courbe de fatigue ne fût pas exactement parallèle à l'intensité croissante des actions chimiques, prouvée par Nawalichin, ou des actions thermiques, prouvée par M. Chauveau.

» Quant à ce qui concerne les poids, on verra que la puissance croît avec eux. La courbe du phénomène est facile à voir sur le graphique ci-joint.

» Il est clair que le travail ne croît pas indéfiniment et que l'on doit observer, avec la croissance du poids, une chute de la courbe du travail. Mais cette chute est extrêmement brusque, et, de même qu'avec les grandes fréquences, avec les grands poids on observe très vite l'épuisement complet du muscle.

» En définitive, nous pensons avoir établi que (pour le muscle fléchisseur de l'index) la puissance musculaire croît avec la fréquence et le poids, de sorte que les conditions les plus favorables de travail pour ce muscle en régime régulier et prolongé auront lieu avec un poids de 750^{gr} à 1000^{gr} et une fréquence de 200 à 250 par minute. »

PHYSIOLOGIE. — *Du développement de la fibrille conjonctive.* Note de M. P.-A. Zachariadès, présentée par M. L. Ranvier (¹).

« La question du développement de la fibrille conjonctive a été posée par Schwann, en 1839; aujourd'hui elle est encore un sujet de controverse parmi les histologistes. Deux théories principales ont été émises:

» 1° *Le faisceau conjonctif provient directement des cellules conjonctives.* C'est la théorie de Schwann; un certain nombre de cellules, contenues dans le tissu conjonctif embryonnaire, s'allongent et se transforment à leurs extrémités en un pinceau de fibrilles; une cellule formerait ainsi un faisceau de fibrilles. Plusieurs histologistes ont admis, avec certaines modifications, cette manière de voir; je citerai, par exemple, Valentin, Max Schultze, F. Boll, etc.

» 2° *Le faisceau conjonctif se développe indépendamment des cellules*, par formation extra-cellulaire. C'est la théorie de Henle qu'ont admise, en la modifiant plus ou moins, Reichert, Donders, Virchow, etc.

» Les observations suivantes permettent de juger la question :

» On sacrifie une grenouille rousse et, par incision de la peau, on découvre la région du genou. La grenouille n'a pas de rotule et le tendon du triceps fémoral en s'aplatissant forme une aponévrose, qui recouvre la face antérieure de cette région; cette aponévrose a près de 1^{cm} de largeur, elle est brillante et nacrée. On la détache; il suffit pour cela de sectionner le muscle vers son tiers inférieur, de saisir avec des pinces son segment périphérique et de couper, au moyen de ciseaux, les attaches latérales et inférieures de l'aponévrose, en ayant soin de ménager sa face postérieure. C'est sur cette face surtout que siège le tissu dont il sera ici question et qui constitue un nouvel et excellent objet d'étude pour le développement du tissu conjonctif en général. La face postérieure de cette aponévrose, en effet, est recouverte d'une substance gélatineuse et transparente. Si l'on prend de petits fragments de ce tissu, que l'on pose sur une lame et que l'on recouvre d'une lamelle, il s'étale, comme le ferait une boule d'œdème artificiel, de tissu conjonctif; c'est, pourrait-on dire, une boule d'œdème physiologique.

» Pour étudier avec fruit ce tissu il faut commencer par le fixer au moyen d'une

---

(¹) Travail du Laboratoire d'Histologie du Collège de France.

solution d'acide osmique à 1 pour 100, soit en laissant tomber quelques gouttes de cette solution sur la face postérieure de l'aponévrose, une fois mise à découvert, soit en la plongeant dans l'acide osmique, soit encore en y injectant au moyen d'une seringue une petite quantité de cette même solution. La fixation obtenue, ce qui arrive au bout de dix minutes en moyenne, on doit laver à fond pour enlever l'excès d'acide osmique; il est bon même de laisser jusqu'au lendemain le tissu ainsi préparé dans de l'eau filtrée ([1]). On colore ensuite en masse par une solution faible de violet 5 B; cette coloration doit se faire lentement, pendant vingt-quatre heures par exemple. On porte alors un petit fragment de ce tissu sur une lame de verre avec une goutte d'eau et on l'étale en comprimant légèrement la lamelle.

» Voici ce que l'on voit dans les points les plus favorables à l'observation : des cellules volumineuses à protoplasma fortement granuleux, à gros noyau, rond, ovoïde ou réniforme, contenant un ou plusieurs nucléoles; des prolongements protoplasmiques en nombre prodigieux partant de ces cellules, d'un de leurs pôles seulement, ou de deux pôles à la fois, ou bien encore de plusieurs points différents de leur surface; ces prolongements, de volume moyen, se divisent, se subdivisent et s'anastomosent soit entre eux, soit avec les prolongements des cellules voisines; ils peuvent avoir tous la même direction, ou bien des directions variées; leur longueur est extrême, on ne peut préciser leurs limites ([2]). Parfois deux ou trois cellules s'emboîtent et envoient toutes des prolongements dans un seul et même sens, celui de leur concavité.

» Voici maintenant le fait intéressant : à une certaine distance de la cellule ces prolongements se groupent, prennent une direction rectiligne, changent de réfringence, ne se colorent plus que par places et, si on les suit plus loin encore, on voit que les parties incolores augmentent d'étendue, tandis que les parties colorées, de plus en plus réduites, ne sont représentées que par de simples grains intercalés dans le filament incolore et finissent par ne plus être visibles; cependant on trouve souvent quelques-uns de ces grains isolés à une très grande distance de la cellule. C'est ainsi que les prolongements protoplasmiques se transforment en fibrilles qui conservent désormais leur calibre, ne s'anastomosent plus, ne se colorent plus par le violet 5 B, ont le même aspect et la même réfringence

([1]) Au lieu d'employer l'acide osmique comme fixateur immédiat, on peut, avec avantage, mettre d'abord le tissu pendant vingt-quatre heures dans de l'alcool au tiers, ce qui facilite la dissociation des fibrilles.

([2]) M. Ranvier depuis quelques années déjà avait décrit dans son Cours et nous avait montré des préparations dans lesquelles les cellules conjonctives avaient acquis des dimensions considérables, sous l'influence de l'irritation.

que les fibrilles du tissu conjonctif; ce sont évidemment des fibrilles conjonctives. Ces fibrilles s'accolent bientôt pour former des faisceaux; cependant on en trouve qui restent complètement isolées et, après un assez long trajet, vont renforcer un faisceau conjonctif éloigné. Souvent un prolongement protoplasmique donne naissance, le long de son trajet, à d'autres prolongements parallèles, qui ont une direction perpendiculaire à celle du premier; c'est ce qui expliquerait la disposition croisée que présentent habituellement les faisceaux conjonctifs, les lames homogènes et striées de l'os, de la cornée, etc. Dans certains points on voit plusieurs cellules voisines, qui sont réunies entre elles par un très grand nombre de prolongements fins, très rapprochés; elles forment ainsi un réseau protoplasmique très élégant, un très beau tissu conjonctif réticulé; dans ce cas, c'est de ce réseau commun que partent les branches terminales qui vont constituer les fibrilles conjonctives.

» Il est probable, bien que je n'aie pas pu le constater encore, que ce mode de développement peut s'appliquer aux fibrilles du tissu conjonctif en général. Toutes les cellules conjonctives sont-elles capables de donner naissance à des fibrilles? Je ne saurais le dire; en tous cas et pour éviter toute confusion je proposerais de désigner celles que je viens de décrire sous le nom de *cellules inoplastiques*. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution des Cannels* (1).
Note de M. B. Renault, présentée par M. Van Tieghem.

« Les Cannels offrent, au point de vue de leur constitution, une variété plus grande que les Bogheads; en effet, tandis que ces derniers combustibles sont formés d'Algues microscopiques, accompagnées d'une proportion relativement minime de spores et de grains de pollen, le tout disposé en lits stratifiés au milieu de la matière fondamentale, les Cannels, au contraire, au sein de cette même matière, montrent :

» 1° Tantôt de nombreux corps jaunes, la plupart organisés, parmi

(1) Les charbons connus sous le nom de *Cannels* se trouvent en couches parallèles au sein même de la houille. Ils sont employés de préférence aux Bogheads à cause de la meilleure qualité de leur coke, pour enrichir les houilles pauvres en gaz. La houille de Bessèges, par exemple, ne donne par tonne que 255^{mc} de gaz, les Cannels ont un rendement de 300^{mc} à 330^{mc}. Les mélanges de la Compagnie parisienne du gaz fournissent 290^{mc} environ.

lesquels prédominent, non plus des Algues, mais des microspores et des macrospores; les Algues, les menus débris végétaux ne s'y rencontrent qu'en petite quantité.

» Comme exemple de ce premier type, nous pouvons citer les Cannels anglais de Lesmahagow, Bryant, Burghlée; celui de Cannelton (Nouvelle-Virginie), de Ceberga (Espagne); le Splint-Coal de Rive-de-Gier, celui-ci sans Algues; etc.

» 2° Tantôt des corps organisés, surtout représentés par des grains de pollen, quelques spores et macrospores, mélangés à des fragments de plantes diverses (Cannel de Commentry).

» 3° Tantôt enfin des éléments organiques complètement dissociés et devenus méconnaissables (Cannels de Buena-Vista, Kentucky).

» Dans cette Note, nous examinerons seulement un Cannel du premier type, le Cannel Bryant, en mettant sous les yeux de l'Académie plusieurs photographies à l'appui, et dont l'amplification a dû être poussée jusqu'à 1200 diamètres.

» Sur une coupe verticale, on distingue, au milieu de la matière fondamentale de couleur foncée, les éléments organisés de couleur jaune clair, disposés en couches stratifiées. Tous les Cannels que nous avons examinés présentent cette stratification, qui indique leur dépôt au milieu des eaux.

» Parmi les nombreux corps jaunes qui forment près du tiers de la masse du Cannel, nous ne citerons que les suivants :

» 1° Des macrospores sphériques, mesurant 340μ, dont les trois lignes de déhiscence caractéristiques sont limitées par une sorte de bourrelet circulaire. La surface est rugueuse, sillonnée de dépressions irrégulières, dues au travail de Microcoques visibles avec un grossissement suffisant.

» 2° Des macrospores de taille plus faible; les unes atteignent à peine 41μ, présentent une surface accusée de nombreuses petites cavités circulaires larges de $1^{\mu},3$ se détachant par leur couleur foncée sur l'enveloppe triradiée et garnies de Microcoques dont le diamètre est à peine $0^{\mu},5$; d'autres un peu plus grosses, 48μ, offrent au contraire de nombreuses petites aspérités en forme de piquants.

» 3° Quelques-unes ont une surface nettement réticulée; les mailles hexagonales mesurent 5μ à 6μ de côté; le diamètre des microspores est de 44μ; elles rappellent par leur taille et leur réseau certaines macrospores de *Sphenophyllum* silicifiées de Rive-de-Gier.

» 4° D'autres fois, les macrospores affectent une forme subtriangulaire; l'espace qui porte les trois lignes radiantes est circonscrit par un bourrelet très net, leur diamètre n'atteint que 33μ; quand elles sont ouvertes, l'ouverture est bordée par une couronne de Microcoques; cette macrospore est très rare [1].

---

[1] Elle est très commune, au contraire, dans les Cannels-Bogheads russes.

» 5° Mais les organismes les plus communs et caractéristiques du premier type de Cannel sont des microspores, la plupart du temps isolées; elles constituent à elles seules près des $\frac{4}{5}$ des corps jaunes, leur contour est triangulaire et présente deux faces planes, la troisième est convexe, leur grande longueur atteint 46μ et la petite 33μ; réunies en tétrade elles constituent une sphère dont le diamètre est de 64μ.

» Les macrospores décrites en premier lieu et les microspores dont il vient d'être question diffèrent peu par la taille des macrospores et microspores de certaines Lycopodiacées arborescentes, Lépidodendrées entre autres; il ne serait pas impossible qu'elles en provinssent.

» 6° On rencontre également, mais en petite quantité, des Algues, sans doute autrefois sphériques, maintenant plus ou moins aplaties, creuses, larges de 45^{μ} et hautes de 25^{μ}; ce sont de jeunes Pilas, peut-être des *Pila scotica;* elles sont remplies de Microcoques.

» 7° Les différents organismes que nous venons d'énumérer sont envahis souvent par des mycéliums de Champignons filamenteux existant dans la matière fondamentale; c'est principalement dans l'épaisseur des *enveloppes* plus ou moins altérées des macrospores que nous avons pu les étudier. Le mycélium est formé de filaments rectilignes ou sinueux, souvent bifurqués; les branches émettent des ramules très courts, terminés par une conidie sphérique; les filaments sont formés d'articles eux-mêmes rectilignes ou arqués, longs de $2^{\mu},9$ et larges de $0^{\mu},85$.

» On peut suivre le développement du parasite. A peine entré, le filament mycélien émet un rameau qui lui-même produit deux ramules dichotomes très courts, terminés chacun par une conidie sphérique mesurant $0^{\mu},8$ à 1^{μ}; la longueur des ramules ne dépasse pas 2^{μ} et leur largeur $0^{\mu},8$; le filament émet encore un ou deux rameaux qui se conduisent comme le premier. Il en résulte une plantule haute de 5^{μ} à 6^{μ}, présentant le port d'un *Botritis carnea* extrêmement réduit. Les conidies, en germant à l'intérieur des fragments nourriciers, finissent par le remplir d'un mycélium très dense. Nous donnerons à ce Champignon microscopique le nom d'*Anthrocomyces cannellensis;* il se rencontre également dans les Cannels-Bogheads du Bassin de Moscou, le Boghead Armadole, etc.

» En résumé, en mettant à part les charbons russes, qui touchent aux Bogheads à cause d'une assez forte proportion d'Algues, il résulte de ce qui précède que :

» 1° Les Cannels présentent plusieurs types; nous en signalons trois aujourd'hui.

» 2° L'un des types sur lesquels nous avons insisté est caractérisé par la présence, dans la matière fondamentale, d'une grande quantité de microspores et de macrospores, d'une moins grande proportion de Pilas et de mycéliums de Champignons, le tout en couches stratifiées.

» 3° Les éléments organiques ont été envahis par des Bactériacées et par des Champignons qui ont vécu à leurs dépens. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le polymorphisme de la fluorine*. Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« En étudiant des cristaux de fluorine d'origines diverses et s'étant formés dans des conditions différentes, j'ai pu distinguer, aussi bien au point de vue optique qu'au point de vue cristallographique, trois variétés de fluorine se distinguant par leur structure et leurs éléments de symétrie. L'une, bien connue, est cubique holoédrique, la seconde est ternaire avec un axe ternaire et trois plans de symétrie à 120° l'un de l'autre, et passant par l'axe; la troisième est binaire avec un plan de symétrie. La première est donc isotrope, la seconde uniaxe et la troisième biaxe. Ces trois variétés peuvent d'ailleurs se mélanger en toutes proportions, pour former des plages plus ou moins étendues d'un même cristal, et l'on peut constater ainsi qu'elles ont les mêmes plans de clivage, les mêmes faces et qu'en outre leurs éléments de symétrie respectifs occupent la même position relativement aux faces communes, aux plans de clivage. De là résulte la conclusion importante qu'elles ont le même système réticulaire, c'est-à-dire un système réticulaire cubique; la variété ternaire et la variété binaire sont donc des formes mériédriques du système cubique. La première ne possède qu'un axe ternaire de son système réticulaire et les plans de symétrie non principaux passant par cet axe. Dans la seconde, le plan de symétrie unique est un des plans de symétrie principaux du système réticulaire. Dans cette dernière, le plan des axes optiques est perpendiculaire sur le plan de symétrie et la bissectrice aiguë n_g des axes optiques coïncide avec l'un des axes quaternaires contenu dans ce plan.

» Au lieu de se mélanger irrégulièrement, les cristaux ternaires et les cristaux binaires peuvent se macler, chacun de leur côté, conformément aux lois établies par Mallard pour les formes mériédriques, c'est-à-dire de façon que les éléments de symétrie du système réticulaire, déficients dans les cristaux, se retrouvent dans la macle. C'est ainsi que les cristaux binaires peuvent se grouper par quatre, par huit, par seize, pour constituer des macles ayant un axe quaternaire et les quatre plans de symétrie passant par cet axe; ou bien par vingt-quatre, pour constituer une macle ayant tous les éléments de symétrie du cube.

» De même, les cristaux ternaires s'associent par huit pour former une macle ayant tous les éléments de symétrie de leur système réticulaire.

» Dans ces associations, les différents individus ont peu d'adhérence entre eux, et il m'a été facile de les isoler.

» L'explication de ce polymorphisme n'offre d'ailleurs aucune difficulté mais demande de trop longs développements pour être exposée ici. »

M. **Darget** adresse, de Vouziers, une réclamation de priorité au sujet d'épreuves photographiques obtenues sans lumière.

Cette Note sera soumise, avec les épreuves qui l'accompagnent, à l'examen de M. Lippmann.

M. **René de Saussure** adresse une Note « Sur le mouvement le plus général des fluides ».

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques du mois de novembre 1897; les minima de pression atmosphérique ».

M. **Callandreau** annonce que le météore lumineux signalé comme un bolide, dans la séance du 17 janvier (ce Volume, p. 295), doit être attribué, suivant les renseignements recueillis, à une montgolfière.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Sur la proposition de M. Brouardel, l'Académie décide qu'une Commission spéciale sera chargée de l'examen des questions se rapportant aux effets et à la propagation de la tuberculose.

Cette Commission comprendra les six Membres de la Section de Médecine et Chirurgie, les deux Secrétaires perpétuels de l'Académie et MM. **Brouardel**, **de Freycinet**, **de Jonquières**, **Chauveau**, **Duclaux**, **Arm. Gautier**.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 février 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart et Moissan. Septième série. Février 1898. Tome XIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Janvier 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 janvier 1898. N° 109. Paris, P. Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 11. Novembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres et R. Radau. Tome XV. Février 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier. 9e année. N° 2. 30 janvier 1898. Paris, Carré et Naud; 1 fasc. grand in-8°.

Journal d'Hygiène, fondé par le Dr Prosper de Pietra Santa. 23e volume. Jeudi 3 février 1898. Paris, Chaix; 1 broch. in-4°.

Océanographie et les Océans, par J. de Shokalsky. 1 broch. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Anales de la oficina meteorologica Argentina, por su Director Gualterio G. Davis. Tome XI. Buenos-Aires, 1897; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains exemples singuliers d'approximations successives.* Note de M. **Émile Picard**.

« 1. J'ai indiqué autrefois un exemple curieux d'approximations successives divergentes (*Journal de Mathématiques*, 1890, et *Traité d'Analyse*, t. III, p. 145). Soit l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f(x, y) \tag{1}$$

où l'on suppose la fonction $f(x, y)$ toujours positive et croissante en même temps que y. Il existe une intégrale et une seule de cette équation, prenant pour $x = a$ et pour $x = b$ des valeurs données; on peut, d'ailleurs, évidemment supposer que ces valeurs sont nulles. Si l'on cherche à obtenir

cette intégrale par approximations successives, on a, en partant de $y_0 = 0$,

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} = f(x, 0),$$

$$\frac{d^2 y_2}{dx^2} = f(x, y_1),$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

$$\frac{d^2 y_n}{dx^2} = f(x, y_{n-1}),$$

tous les y s'annulant pour $x = a$ et pour $x = b$. On voit immédiatement que les y à indices impairs forment une suite croissante, et que les y à indices pairs forment une suite décroissante; d'autre part, tout terme de la première suite est inférieur à un terme quelconque de la seconde. Les y à indices impairs auront donc une limite u, et il en sera de même des y à indices pairs qui auront une limite v. Il peut très bien arriver que *ces limites soient différentes* [1]. J'ai ajouté que, *si les y d'indices pairs et les y d'indices impairs tendent uniformément dans l'intervalle (a, b) vers leurs limites v* et u, celles-ci sont des fonctions de x satisfaisant aux deux équations simultanées

$$(2) \qquad \frac{d^2 u}{dx^2} = f(x, v), \qquad \frac{d^2 v}{dx^2} = f(x, u)$$

et s'annulent toutes deux pour $x = a$ et pour $x = b$. On a donc ici des approximations successives *divergentes* qui conduisent à d'autres fonctions que l'intégrale cherchée de l'équation (1).

» Je me propose de montrer que l'hypothèse soulignée plus haut sur la convergence uniforme est bien effectivement réalisée, ce qui complétera le résultat précédent. Prenons à cet effet l'équation très simple

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f(x),$$

où $f(x)$ désigne une fonction continue de x et positive dans l'intervalle (a, b), et considérons l'intégrale y de cette équation s'annulant pour $x = a$ et $x = b$. Au lieu de lui donner la forme élémentaire classique, écrivons-la avec M. Burkhardt (*Bulletin de la Société mathématique*, 1894), sous la

(1) J'en ai donné un exemple (*Comptes rendus*, avril 1894) et *Traité d'Analyse*, t. III, p. 147.

forme

$$y(x) = -\int_a^b G_1(x, \xi) f(\xi)\, d\xi,$$

où la fonction G_1, sorte de fonction de Green relative à l'intervalle (a, b), est définie par les égalités

$$G_1(x, \xi) = \frac{(b-x)(\xi-a)}{b-a} \qquad \text{pour } \xi < x,$$

$$G_1(x, \xi) = \frac{(b-\xi)(x-a)}{b-a} \qquad \text{pour } \xi > x.$$

» On voit facilement que si α désigne un nombre fixe entre a et b, on peut trouver un nombre positif μ dépendant uniquement de a, b et α, tel que l'on ait

$$G_1(x, \xi) < \mu G_1(\alpha, \xi)$$

quels que soient x et ξ dans l'intervalle (a, b). Il en résulte que l'on a

$$|y(x)| < \mu |y(\alpha)|.$$

» De cette remarque va résulter la démonstration de la proposition que nous avons en vue; on a, en effet,

$$\frac{d^2(y_n - y_{n-2})}{dx^2} = f(x, y_{n-1}) - f(x, y_{n-3}),$$

et, par conséquent, on conclut de la remarque précédente

$$|y_n(x) - y_{n-2}(x)| < \mu |y_n(\alpha) - y_{n-2}(\alpha)|,$$

ce qui montre clairement que, pour une même parité de n, la fonction $y_n(x)$ tend *uniformément* dans l'intervalle (a, b) vers sa limite. Les deux limites u et v sont des fonctions de x satisfaisant aux équations (2). Comme je l'ai rappelé, u peut être différent de v; la fonction y de x, s'annulant pour $x = a$ et $y = b$, et satisfaisant à l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f(x, y),$$

est intermédiaire entre u et v, c'est-à-dire que l'on a

$$v > y > u.$$

» Ainsi, pour prendre un exemple, l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = e^y$$

admet une intégrale unique s'annulant pour $x = a$ et $x = b$; si l'intervalle (a, b) est assez grand, cette intégrale ne coïncide pas avec les fonctions u et v, données par les approximations successives, et celles-ci satisfont aux équations

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = e^v, \qquad \frac{d^2 v}{dx^2} = e^u.$$

» 2. Dans beaucoup d'autres cas, l'emploi des approximations successives pour obtenir certaines intégrales d'une équation différentielle peut conduire à des résultats curieux; il y aurait là, ce semble, un sujet de recherches qui présenterait quelque intérêt. Pour indiquer encore une classe très simple d'équations, envisageons l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + f(x, y) = 0$$

en faisant sur f les mêmes hypothèses que plus haut. Il pourra arriver ici qu'il y ait dans un intervalle (a, b) plusieurs intégrales (continues, bien entendu, ainsi que leurs dérivées) s'annulant en a et b, ou qu'il n'y en ait pas. Que donnent alors les approximations successives? Il est possible qu'elles ne convergent vers aucune limite, ou bien qu'elles tendent vers une solution ou une autre, *suivant la fonction y_0 que l'on prend comme première approximation*. Ainsi l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + e^y = 0$$

admettra dans l'intervalle (a, b) *deux* solutions s'annulant aux extrémités de l'intervalle, si celui-ci n'est pas trop étendu, et n'en admettra pas dans le cas contraire. En faisant des approximations successives, on obtient des résultats différents suivant la nature de la fonction initiale y_0. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **R. Sorel** et **A. Soret** adressent, du Havre, par l'entremise de M. Mascart, une « Note sur un cas d'éléphantiasis avec troubles nerveux, guéri après applications de rayons X ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Frederico Amodeo*, de Naples, intitulé : « Curve k-gonali di s^{esima} specie ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

ASTRONOMIE. — *Sur les masses des planètes.* Note de M. E. **Roger**, présentée par M. Jordan.

« Des trois lois récemment communiquées à l'Académie par M. Anceaux, la première est seule rigoureusement exacte; la seconde n'est qu'approchée, et la troisième est une conséquence des deux autres.

» Attribuons aux planètes Neptune, Uranus, Saturne et Jupiter les indices 0, 1, 2, 3. Désignons par M_0, M_1, M_2, 1 leurs masses respectives, par z_0, z_1, z_2, 1 l'unité divisée par les carrés des demi-grands axes de leurs orbites; les trois lois dont il s'agit se traduiront par les équations

$$M_2 = z_2, \qquad M_0 + M_1 = z_0 - z_1, \qquad M_0 + M_1 + M_2 + 1 = z_0 - z_1 + z_2 + 1.$$

La troisième équation est, comme on voit, la somme des deux autres.

» M. Anceaux estime que la raison d'être de l'*harmonie* qu'il a signalée pourrait être recherchée soit dans les conditions de stabilité du système, soit dans les circonstances qui ont présidé à la formation des planètes; il ajoute que, s'il était possible de la rattacher à cette dernière cause, cette étude ne manquerait pas sans doute d'apporter quelque lumière dans la Cosmogonie du monde solaire.

» La théorie que j'ai exposée dans mes *Recherches sur le système du monde,* et dont j'ai communiqué à l'Académie les éléments essentiels, fournit presque intuitivement une explication des lois énoncées par M. Anceaux, en même temps qu'elle suggère une loi plus générale. J'indiquerai brièvement les principes sur lesquels se fonde cette explication.

» Les potentiels qui déterminent, à des époques périodiques, la formation des planètes et celle des satellites varient à la fois dans leur énergie propre et dans la durée de leur action. Les variations de la première espèce ont introduit, dans l'expression des distances des planètes au Soleil,

certaines inégalités périodiques; de plus, elles ont influé sur la masse de chaque planète. Les variations de la seconde espèce ont exercé aussi une action sur ces masses. Par suite de cette double influence, les masses des planètes doivent dépendre de deux exponentielles c^{m} et $c^{-\frac{3m}{2}}$ $\Big($plus exactement, $c^{\frac{3m}{\pi}}$ et $c^{-\frac{9m}{2\pi}}\Big)$, et l'on peut, en admettant que l'état physique du Soleil ne soit pas sensiblement modifié dans l'intervalle de temps que l'on considère, écrire

$$\mathrm{M} = x c^{m} + y c^{\frac{m}{2}},$$

équations où z et y sont des fonctions de m qu'il est permis, entre certaines limites d'approximation, de remplacer par des constantes.

» Cela posé, deux cas essentiellement différents se présentent, selon que l'un ou l'autre des rapports $\frac{y}{x}$, $\frac{x}{y}$ est nul ou tout au moins négligeable. Dans le premier cas :

» *Les logarithmes hyperboliques des masses forment une progression arithmétique, dont la raison est l'unité.*

» Dans le second cas :

» *Les logarithmes hyperboliques des masses forment une progression arithmétique, dont la raison est* $-\frac{3}{2}$.

» La première de ces lois se vérifie pour les grosses planètes. Toutefois il existe, en ce qui concerne Uranus, une anomalie analogue à celle que présente, en un point voisin du centre de l'anneau, la distribution des planètes du groupe de Cérès. Ces anomalies s'expliquent l'une et l'autre par les mêmes considérations, le potentiel qui donne naissance à une planète influant à la fois sur la distance à laquelle se consolide le noyau de cette planète et sur sa masse, de telle sorte qu'à un accroissement de cette distance correspond une diminution de la masse, la compensation s'établissant conformément au principe de l'invariabilité du travail réalisé. [La distance d'Uranus au Soleil dépasse d'un douzième celle que lui assignerait la formule empirique $\mathrm{L} + \frac{3m}{2\pi} - 0,3 \cos\frac{m\pi}{5} = \text{const.}$ (1).]

» La seconde loi se vérifie pour les petites planètes, en admettant une

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 945.

lacune entre Vénus et Mercure, circonstance qui confirme l'existence de cette lacune, à la place marquée par l'indice 8.

» Le Tableau suivant permet de juger du degré d'approximation de ces deux lois. Le passage de l'une à l'autre s'effectue dans la région qui s'étend entre Mars et Jupiter.

	M.	log M.	log théorique
0. Neptune.......	16,47	2,80	2,65
1. Uranus........	13,52	2,60	3,65
2. Saturne........	91,92	4,52	4,65
3. Jupiter...	309,82	5,74	5,65
4. »	»	»	»
5. Mars...........	0,105	−2,25	»
6. La Terre.......	1	0	0
7. Vénus..........	0,787	−1,63	−1,50
8. »	»	»	
9. Mercure........	0,061	−4,18	−4,50

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre* 1897; par M. **P. Tacchini.**

« Rome, 30 janvier 1898.

» Voici les résultats, pour les taches et les facules :

1897.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Juillet.......	31	8,16	0,00	31,3	66,1	2,5
Août.........	28	6,42	0,00	31,1	73,8	1,6
Septembre...	28	19,43	0,00	43,9	65,4	4,7
Octobre.....	27	3,82	0,22	5,6	23,1	1,8
Novembre ...	22	2,05	0,50	4,1	73,1	0,5
Décembre....	21	8,71	0,05	42,7	75,0	2,1

» Le phénomène des taches solaires a continué à diminuer, surtout quant à l'extension, et l'on doit remarquer le fait d'un *minimum* aussi fort, en octobre et novembre, après le *maximum* de septembre; une fluctuation semblable se trouve dans la série précédente, pour les mois d'avril, mai et juin.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1897.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Juillet	30	2,57	29″,9	1°,1
Août	27	3,96	36,1	1,5
Septembre	26	5,23	37,2	1,3
Octobre	20	4,90	37,7	1,3
Novembre	18	4,95	39,2	1,7
Décembre	17	3,00	33,0	1,3

» En comparant ces nombres avec les résultats obtenus pour le premier semestre de l'année, on peut conclure que le phénomène des protubérances s'est conservé presque stationnaire.

» Quant à la distribution en latitude des différents phénomènes, voici les résultats par trimestre et par zones :

Latitudes.	Protubérances. 3e trimestre.		Protubérances. 4e trimestre.	
90° — 80°	0,003		0,008	
80 — 70	0,006		0,004	
70 — 60	0,000		0,020	
60 — 50	0,086		0,096	
50 — 40	0,089	0,390	0,076	0,448
40 — 30	0,027		0,044	
30 — 20	0,068		0,080	
20 — 10	0,057		0,072	
10 — 0	0,054		0,048	
0 — 10	0,140		0,104	
10 — 20	0,128		0,120	
20 — 30	0,116		0,100	
30 — 40	0,030		0,032	
40 — 50	0,097	0,610	0,044	0,552
50 — 60	0,083		0,132	
60 — 70	0,012		0,016	
70 — 80	0,006		0,004	
80 — 90	0,003		0,000	

	Facules.			
Latitudes.	3e trimestre.		4e trimestre.	
50° + 40°	0,007		0,004	
40 + 30	0,036		0,017	
30 + 20	0,080	0,396	0,054	0,480
20 + 10	0,135		0,161	
10 + 0	0,138		0,244	
0 — 10	0,215		0,219	
10 — 20	0,236		0,128	
20 — 30	0,109	0,604	0,095	0,520
30 — 40	0,029		0,004	
40 — 50	0,015		0,004	

	Taches.			
Latitudes.	3e trimestre.		4e trimestre.	
20° + 10°	0,104	0,271	0,162	0,676
10 + 0	0,167		0,514	
0 — 10	0,375	0,729	0,243	0,324
10 — 20	0,354		0,081	

» Les protubérances ont continué à se manifester dans presque toutes les zones, avec un maximum de fréquence entre l'équateur et le parallèle de $-20°$; mais on doit faire remarquer que deux maxima secondaires se trouvent à la même distance de l'équateur, c'est-à-dire dans les zones ($\pm 40° \pm 60°$). Les taches ont été confinées de l'équateur à $\pm 20°$, comme dans le deuxième trimestre.

» Dans ce semestre, on n'a pas observé d'éruptions solaires, excepté le jour du 23 novembre, au bord ouest, à la latitude $+8°,2$; on vit apparaître soudainement un jet assez vif, qui arriva à une hauteur de 168″ et qui disparut au bout de vingt minutes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'extension du système décimal au jour et au cercle entiers : avantages et procédés pratiques.* Note de M. J. de Rey-Pailhade, présentée par M. A. Cornu.

« Il y a un siècle, les immortels créateurs du Système métrique décimal divisèrent d'une part le jour entier en fractions décimales et d'autre part le quart de cercle en 100 grades. Le peu de temps accordé par la Conven-

tion à l'établissement de cette réforme et son abandon par les gouvernants qui suivirent firent échouer cette heureuse tentative. Cependant le grade a subsisté et son usage se répand de plus en plus.

» Actuellement la Science et la Navigation ont pris des développements si considérables que les propositions de la première Commission du Mètre deviennent insuffisantes : il est indispensable que les mesures du temps concordent exactement avec les mesures angulaires.

» Dans ces conditions, et au point de vue scientifique surtout, une solution paraît s'imposer, comme seule logique et rationnelle. Le jour étant l'unité naturelle de temps, il faut prendre pour unité pratique une fraction décimale de ce jour. J'ai proposé, dès 1893, le centième, que j'appelle *cé* par abréviation, qui vaut $14^m 24^s$, c'est-à-dire presque notre quart d'heure actuel. Il en résulte que l'unité pratique de grandeur angulaire est le centième de cercle, que j'appelle *cir*, valant $3^\circ 36'$ ou 4 grades. Ces unités pratiques, cé et cir, sont subdivisées décimalement en *décicés*, *centicés*, *millicés* et *dimicés*, pour le temps, et en *décicirs*, *centicirs*, *millicirs* et *dimicirs* pour les angles. Dans les calculs, l'unité de temps est indiquée par cé et les subdivisions centicés et dimicés par les signes ! et !!. L'unité d'angle, le cir, est représenté par la lettre κ, qui rappelle la première lettre du mot grec κύκλος, et les subdivisions centicirs et dimicirs par ¡ et ¡¡.

» Les avantages d'un pareil système sont immenses. D'abord les nouvelles unités se rapprochent beaucoup des mesures actuellement en usage. Le cé vaut presque le quart d'heure, soit $14^m 24^s$, ce qui permet de trouver mentalement et avec rapidité la concordance en cés d'un temps exprimé en heures et inversement. Le décicé vaut $1^m 24^s,4$ soit $1^m \frac{1}{2}$ environ; enfin le millicé est égal à $0^s,864$. Le millicé, ou cent-millième de jour, deviendra la nouvelle unité physique de temps et, comme elle diffère peu de la seconde, les coefficients dans lesquels le temps intervient seront peu modifiés. Dans l'ordre des angles, le cir est égal à 4 grades, ce qui est très précieux; toutes les nombreuses et belles Tables déjà calculées par le Service géographique de l'armée française serviront par une simple multiplication par 4. Le centicir vaut $2' 9'',6$ et le dimicir est égal à $1'',296$.

» Le système des cés et des cirs est celui qui, à nombre égal de chiffres, donne le maximum d'approximation. Ainsi $18^h,9543$ indique le temps à moins de $\frac{0,00005}{24}$ de jour, tandis que $18^{cés},9543$ le donne à moins de $\frac{0,00005}{100}$ de jour.

» Il en est de même pour les angles. L'angle $198^\circ,9927$ est indiqué à moins de $\frac{0,00005}{360}$ de cercle, tandis que l'angle correspondant $55^{\varkappa},27575$ le donne à moins de $\frac{0,000005}{100}$.

» Ce système est le seul permettant d'inscrire, par un seul et même nombre décimal, le temps et la date. Ainsi : novembre 2565^{cés},3 veut dire le 25 novembre à 65^{cés},3. Cette manière, en usage dans la *Connaissance des Temps* pour l'indication de la longitude des principaux observatoires, a été employée déjà plusieurs fois, notamment par le regretté Tisserand (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 647) et par MM. Aitken et Schæberle, astronomes à l'observatoire Lick (*Bull. Soc. astronomique de France*, année 1897, p. 45). Les astronomes, les navigateurs, les mécaniciens et les commerçants, qui font des calculs embrassant plusieurs jours ou plusieurs circonférences, trouveront d'autant plus d'avantages dans cette notation que les Cartes célestes et géographiques donneront les longitudes en cés ou en cirs sans faire même un changement de place de virgule.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie diverses Tables et un Recueil de formules pratiques pour l'Astronomie, la Géographie, la Mécanique et la Physique, qui forment un ensemble permettant d'employer immédiatement ce système. On y trouvera une grande Table pour transformer rapidement les heures et les degrés, jusqu'au dixième de seconde, au moyen d'une addition de deux nombres ; une Table de réfraction moyenne; des Tables de conversion du temps sidéral décimal en temps moyen décimal ; des Tables pour passer de la variation horaire sexagésimale à la variation décimale pour 1 cé; une Table des levers et des couchers du Soleil à Paris, en temps décimal, etc., etc.

» L'adoption du cent-millième de jour ou millicé, pour unité physique de temps, changera peu les coefficients dans lesquels le temps intervient. Les coefficients principaux ont déjà été calculés et figurent dans ce Mémoire. On doit à M. de Mendizabal-Tamborrel une belle Table des logarithmes des fonctions circulaires dans le système décimal du cercle entier à sept et huit décimales, de dimicir en dimicir, soit de 1″,296 en 1″,296. Les nombreuses Cartes graduées en grades donneront à vue les longitudes et les latitudes en cirs, par une division par 4; en tous cas, il suffira d'inscrire les cirs sur la marge pour avoir des Cartes pouvant servir aux partisans de l'un et de l'autre système. Enfin, l'industrie horlogère fabrique couramment des montres à double graduation, à double cadran, des chronomètres décimaux battant deux fois par millicé. Les constructeurs de cercles divisés graduent leurs appareils en cirs aussi facilement qu'en grades. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les fonctions abéliennes singulières.* Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. Jordan.

« J'appelle *fonctions abéliennes singulières* les fonctions quadruplement périodiques de deux variables dont les périodes

$$\begin{matrix} 1 & 0 & a & b \\ 0 & 1 & b & c \end{matrix}$$

sont liées par une relation de la forme

$$(1) \qquad Aa + Bb + Cc + D(b^2 - ac) + E = 0,$$

à coefficients entiers. J'ai énoncé, dans une Note précédente, cette proposition fondamentale que la quantité (toujours positive)

$$\Delta = B^2 - 4AC - 4DE$$

est un invariant pour toutes les transformations du premier ordre, et aussi que si Δ est un carré parfait, $\Delta = n^2$, la courbe de genre deux liée aux fonctions considérées a deux intégrales de première espèce réductibles aux intégrales elliptiques : je complète ce dernier résultat en ajoutant que n est l'ordre de la transformation correspondante.

» Le déterminant Δ étant positif et égal à $4h$ ou à $4h+1$, ses valeurs les plus simples sont 1, 4, 5, 8 et 9; le cas de $\Delta = 1$ correspond à des fonctions abéliennes dégénérées; $\Delta = 4$ et $\Delta = 9$ donnent deux cas elliptiques bien connus, dont le premier répond à la surface de Kummer dite *tétraédroïde*. Voici comment on peut former *l'équation aux modules* relative aux deux autres cas.

» Soit d'abord $\Delta = 5$. En faisant usage de résultats énoncés dans ma dernière Note, j'établis que la surface de Kummer correspondante admet une cubique gauche, passant par six points doubles, $d_1, \ldots, d_6$.

» Soient $P_1, P_2, \ldots, P_6$ les traces sur un plan P quelconque des six plans singuliers de la surface qui passent par d_1 : en projetant la cubique sur P, à partir de ce point, on obtient une conique, tangente à la droite P_6 et circonscrite au pentagone $P_1P_2P_3P_4P_5$. Si l'on transforme ce résultat

par polaires réciproques, on établit que la condition nécessaire et suffisante pour que la relation (1) ait lieu, avec $\Delta = 5$, est la suivante :

» *Les six points doubles situés sur une même conique de la surface de Kummer répondant à $\Delta = 5$ sont tels qu'il existe une conique passant par l'un d'eux et inscrite au pentagone formé par les cinq autres.*

» Il est aisé de la traduire analytiquement. On trouve ainsi que le radical $\sqrt{(x-a_1)(x-a_2)(x-a_3)(x-a_4)(x-a_5)}$ conduit à des fonctions abéliennes singulières correspondant au cas de $\Delta = 5$, si l'on a

$$\begin{aligned}&\sqrt{(a_1-a_3)(a_2-a_4)(a_2-a_5)(a_4-a_5)}\\&+\sqrt{(a_1-a_2)(a_3-a_5)(a_1-a_5)(a_3-a_4)}\\&+\sqrt{(a_1-a_4)(a_3-a_2)(a_1-a_5)(a_3-a_4)}=0.\end{aligned}$$

» On a supposé, pour former cette relation, que les sommets du pentagone se suivent dans l'ordre $a_1 a_2 a_3 a_4 a_5$, et que le sixième point double est celui qui correspond à $x = \infty$.

» De là se déduit ce théorème élémentaire, qu'il est intéressant de rattacher aux fonctions abéliennes :

» *Soient α, β, γ, δ, ε, ζ six points d'une conique : s'il existe une conique passant par ζ et inscrite au pentagone dont les sommets successifs sont $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon$, il existera une autre conique passant par α et inscrite au pentagone dont les sommets successifs sont $\zeta\gamma\beta\varepsilon\delta$.*

» Soit maintenant $\Delta = 8$. On établit qu'il y a, sur la surface de Kummer correspondante, une quartique unicursale, ayant pour point double un point double de la surface, et passant par quatre autres points doubles. En projetant à partir du premier, on arrive, comme plus haut, à ce résultat :

» *Les six points doubles situés sur une même conique de la surface de Kummer répondant à $\Delta = 8$ sont tels qu'il existe une conique passant par deux d'entre eux et inscrite au quadrilatère formé par les quatre autres.*

» Analytiquement, on en conclut que le radical

$$\sqrt{x(x-a_1)(x-a_2)(x-a_3)(x-a_4)}$$

conduit à des fonctions abéliennes singulières correspondant au cas de $\Delta = 8$, si l'on a

$$\begin{aligned}&4a_1a_2a_3a_4\left[(a_1+a_3)(a_2+a_4)-2a_1a_3-2a_2a_4\right]^2\\&\qquad-(a_2-a_4)^2(a_1-a_3)^2(a_1a_3+a_2a_4)^2=0.\end{aligned}$$

» On a supposé que les deux points doubles par lesquels passe la conique correspondent à $x = 0$ et $x = \infty$, et que les sommets du quadrilatère se suivent dans l'ordre $a_1 a_2 a_3 a_4$.

» Je rapprocherai de ces résultats une proposition que j'ai établie antérieurement :

» *Pour qu'une surface de Kummer corresponde au cas (elliptique) de $\Delta = 9$, il faut et il suffit que les six points doubles situés sur une même conique soient tels qu'il existe une conique passant par trois d'entre eux et inscrite au triangle formé par les trois autres.*

» Les cas de $\Delta = 5$ et $\Delta = 8$ présentent cette particularité que les formes quadratiques correspondantes, introduites dans ma dernière Note,

$$l^2 - lk - k^2 \quad \text{et} \quad l^2 - 2k^2$$

peuvent représenter le nombre -1.

» Il en résulte, pour les surfaces de Kummer, des transformations birationnelles qui n'ont pas lieu dans le cas général de la relation (1).

» Ainsi, dans le cas de $\Delta = 5$, c'est-à-dire si $a + b - c = 0$, on a la transformation

$$(2) \qquad U = v, \qquad V = u + v$$

de déterminant -1, tandis que les transformations ordinaires sont (à cause d'une propriété de l'équation de Pell) des puissances de la transformation

$$U = u + v, \qquad V = u + 2v$$

de déterminant $+1$. D'ailleurs le carré de la première donnant la seconde, toutes les transformations birationnelles sont encore des puissances d'une même transformation (2). On a un résultat analogue pour $\Delta = 8$.

» Si les périodes vérifient deux relations telles que (1), la surface admettra un groupe de transformations dépendant de deux entiers, et elle ne sera pas nécessairement elliptique; mais s'il existe trois relations (1), elle sera elliptique et les modules des deux intégrales elliptiques correspondantes seront des modules de multiplication complexe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques algorithmes généraux et sur l'itération.* Note de M. Lémeray.

« Dans un Mémoire paru dans les *Annales de l'École Normale* en 1885, M. Kœnigs montre que, x étant un point-limite de la substitution z, φz,

où φz est supposée holomorphe au voisinage de x et telle que $\varphi' x$ ait un module plus petit que 1, la fonction

$$Bz = \lim \frac{\varphi_p z - x}{[\varphi' x]^p}, \qquad \text{pour } p \text{ infini}$$

est solution de l'équation de M. Schröder

$$\Xi \varphi z = a \Xi z$$

et que la fonction

$$bz = \log_a Bz$$

est solution de l'équation d'Abel

$$\xi \varphi z = 1 + \xi z,$$

où ξ est la fonction inconnue; on sait que la résolution de cette équation répond au problème de l'itération.

» Je me place au point de vue qui consiste à considérer les itératives de φz comme fonctions de l'indice d'itération; en posant $\varphi_m z = \Phi(m, z)$; remplaçant z par une valeur initiale arbitraire y_0 et notant l'indice d'itération z au lieu de m, la fonction φz donne naissance à la fonction Φz que l'on peut appeler son *itérée*. Considérons le cas de deux variables α et z, et soit la fonction

$$(1) \qquad y = \Phi(\alpha, z; y_0);$$

z est la lettre sur laquelle s'opèrent les substitutions.

» Pour désigner certains algorithmes j'emploierai des termes usuels en y adjoignant une lettre spéciale, le même terme pouvant servir à désigner deux fonctions générales distinctes. Appelons

y la puissance P $z^{\text{ième}}$ de α,
α la racine R $z^{\text{ième}}$ de y,
z le logarithme L de y dans le système de base α;
l'initial y_0 est toujours supposé avoir une valeur déterminée.

» Posons

$$u = \Phi(\alpha, z), \qquad v = \Phi(\alpha, z_1),$$

l'initial étant supposé égal à 1. Appelons

produit M de u par v l'expression (1), où y_0 est remplacé par $\Phi(\alpha, z_1)$;
puissance p $m^{\text{ième}}$ de u, le produit M de m termes égaux à u et que je noterai w;

racine r $m^{\text{ième}}$ de w, la quantité u;
logarithme l de w dans le système de base u la quantité m.

» Or, on a le théorème d'addition

$$\Phi[\alpha, (z + z_1)] = \Phi(\alpha, z; u);$$

on en tire des théorèmes de multiplication, de division de l'argument; et l'on arrive aux propositions suivantes.

» $\Phi(\alpha, mz)$ est la puissance p $m^{\text{ième}}$ de $\Phi(\alpha, z)$;

» $\Phi\left(\alpha, \frac{z}{m}\right)$ est la racine r $m^{\text{ième}}$ de $\Phi(\alpha, z)$; c'est la signification de l'indice d'itération fractionnaire.

» Le logarithme L d'un produit M est la somme des logarithmes L des deux termes; théorème duquel on tire des propriétés dont celles du logarithme ordinaire sont des cas particuliers; on arrive par exemple à celle-ci : la base des puissances P étant toujours α, on peut passer d'un système de logarithmes l à un autre système de logarithmes l en multipliant ceux du premier système par le rapport des deux logarithmes L des bases du premier et du second système.

» Les propriétés réunies des deux fonctions L et l correspondent à celles du logarithme ordinaire.

» Le logarithme L a encore une propriété qui découle facilement de sa définition, et qui est la suivante : la fonction b de M. Kœnigs est la différence de deux logarithmes L. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Les transformations birationnelles d'une surface algébrique en elle-même forment toujours un groupe. Pour les courbes, ce groupe est ou discontinu et fini, ou continu. En est-il de même pour les surfaces? Autrement dit, *existe-t-il des surfaces algébriques qui admettent une infinité discontinue de transformations birationnelles en elles-mêmes, sans admettre de transformations continues?*

» Cette question vient d'être résolue de la façon la plus élégante par M. Humbert (*Comptes rendus*, 30 janvier 1897), qui a montré incidemment

que certaines surfaces de Kummer non dégénérées admettent, comme groupe de transformations birationnelles, un groupe infini discontinu. Je voudrais former directement ici un exemple plus simple encore qui jouit de la même propriété.

» Il suffit de considérer la surface

$$(\mathrm{S}) \qquad z^2 = \frac{4x^3 - g_2 x - g_3}{4y^3 - g_2 y - g_3},$$

où g_2, g_3 sont des constantes numériques. Les coordonnées x, y, z d'un point M de cette surface se laissent mettre sous la forme

$$(1) \qquad x = p(u), \qquad y = p(v), \qquad z = \frac{p'(u)}{p'(v)}.$$

» A un point M de S correspondent deux systèmes (non congruents) de valeurs de (u, v), à savoir les systèmes (u, v) et $(-u, -v)$. La transformation $u_1 = u + v$, $v_1 = v$ définit évidemment une transformation birationnelle de S, de même que la transformation $u_2 = u$, $v_2 = v + u$; la surface S admet donc le groupe infini discontinu de transformations birationnelles défini par les égalités

$$(\mathrm{T}) \qquad u_1 = mu - nv, \qquad v_1 = m'u - n'v \qquad (mn' - m'n = \pm 1),$$

m, n, m', n' étant des entiers [1]. Elle renferme, de plus, une infinité discontinue de courbes unicursales Γ [(transformées d'une d'entre elles, soit $u = v$, par les transformations (T)] : le degré de ces courbes dépasse toute limite.

» D'autre part, (S) n'admet pas de transformations birationnelles τ dépendant d'une constante arbitraire. En effet, S est de genre $p = 1$, car elle possède l'intégrale double de première espèce $\int\int du\,dv$: S ne saurait donc contenir une infinité continue d'unicursales ; par suite, s'il existait une

(1) La surface S, si g_2, g_3 sont quelconques, admet en outre les transformations birationnelles

$$u_1 = u - \omega, \qquad v_1 = v - \omega' \qquad \begin{bmatrix} \omega = 0, \omega_1, \omega_2, \omega_3 \\ \omega' = 0, \omega_1, \omega_2, \omega_3 \end{bmatrix}$$

qui, combinées avec T, épuisent *toutes* les transformations de S. Si $g_2 = 0$, il faut ajouter aux transformations précédentes les transformations

$$u_1 = \varepsilon u, \qquad v_1 = \eta v \qquad \begin{bmatrix} \varepsilon^3 = 1 \\ \eta^3 = 1 \end{bmatrix},$$

et, si $g_3 = 0$, les transformations $u = \pm i u_1$, $v_1 = \pm i v$.

transformation τ, cette transformation *conserverait* chaque unicursale Γ; mais les courbes que conserve τ sont de degré *limité*. D'où contradiction.

» *Le groupe des transformations birationnelles de la surface* S *en elle-même est donc infini et discontinu.*

» L'exemple S est le plus simple qu'on puisse former. On obtient des types analogues en posant

$$x = \wp(u), \qquad y = \wp_1(v), \qquad z = \frac{\wp'(u)}{\wp'_1(v)},$$

où les fonctions $\wp$, $\wp_1$ ont un parallélogramme commun de période (non primitif).

» Les surfaces précédentes correspondent birationnellement à une surface de Kummer *dégénérée*. Voici des exemples d'un autre type. Considérons les trois surfaces :

$$(S_1)\quad \begin{cases} z^3 = \dfrac{1 - x^2}{1 - y^2}, \\ \text{ou} \\ x = \wp'(u), \qquad y = \wp'(v), \qquad z = \dfrac{\wp(u)}{\wp(v)} \qquad (g_2 = 0,\ g_3 = 1); \end{cases}$$

$$(S_2)\quad \begin{cases} z^4 = \dfrac{(1 - x^2)}{1 - y^2}, \\ \text{ou} \\ x = \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u, \qquad y = \operatorname{cn} v \operatorname{dn} v, \qquad z = \dfrac{\operatorname{sn} u}{\operatorname{sn} v} \qquad (k^2 = -1); \end{cases}$$

$$(S_3)\quad \begin{cases} z^6 = \dfrac{(x + 1)^3 y^2}{x^2 (y + 1)^3}, \\ \text{ou} \\ x = 4\wp^3(u), \qquad p = 4\wp^3(v), \qquad z = \dfrac{\wp'(u)\,\wp(v)}{\wp(u)\,\wp'(v)} \\ \qquad (g_2 = 0,\ g_3 = 1). \end{cases}$$

» A chaque point x, y, z de S_1 correspondent les *trois* couples (u, v), $(\varepsilon u, \varepsilon v)$, $(\varepsilon^2 u, \varepsilon^2 v)$, où ε est racine cubique de l'unité. A chaque point de S_2 correspondent les *quatre couples*

$$(u, v), \quad (iu, iv), \quad (-u, -v) \quad \text{et} \quad (-iu, -iv).$$

Enfin à chaque point de S_3 correspondent les *six couples* (u, v), $(\varepsilon u, \varepsilon v)$, $(\varepsilon^2 u, \varepsilon^2 v)$, $(-u, -v)$, $(-\varepsilon u, -\varepsilon v)$, $(-\varepsilon^2 u, -\varepsilon^2 v)$. Ces surfaces admet-

tent le groupe infini discontinu de transformations birationnelles définies par (T), sans admettre de transformation continue.

» On est amené ainsi à se poser la question suivante : 1° déterminer toutes les surfaces dont les coordonnées sont des fonctions hyperelliptiques de deux paramètres (u, v) telles qu'à un point de la surface correspondent *plusieurs* couples (u, v) non congruents (ces couples se déduisant d'un d'entre eux par une transformation linéaire); 2° parmi ces surfaces, déterminer celles qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles.

» *Si le nombre des couples* (u, v) *est égal à* 2, la surface est une transformée birationnelle d'une surface de Kummer ([1]). *S'il est supérieur à* 2, les fonctions hyperelliptiques dégénèrent nécessairement en *fonctions elliptiques correspondant aux modules* $(g_2 = 0, g_3 = 1)$ *ou* $(g_2 = 1, g_3 = 0)$, et les surfaces sont des transformées birationnelles des surfaces S_1, S_2, S_3 ou de surfaces analogues, faciles à énumérer. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Déformation des métaux (essai d'une théorie).* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. A. Cornu.

« Lorsque les métaux ferreux subissent une déformation permanente, à la surface apparaissent des rides qui ont été quelquefois désignées sous le nom de *lignes de Luders*. En 1894, M. le chef d'escadron Hartmann constata que le phénomène se produisait avec tous les métaux et établit les lois suivantes :

» 1° *Au moment où la limite d'élasticité est dépassée*, il se produit généralement à la surface deux systèmes de courbes. Les lignes du premier système font avec celles du second des angles constants, *différents d'un droit*, indépendants de la température, mais variables avec la nature du corps. Il peut se produire également un troisième système de lignes, dirigé suivant la bissectrice de l'angle des deux premiers.

» 2° *Au-dessous comme au-dessus de la limite d'élasticité* quand un corps est soumis à des efforts, une attaque par un acide étendu fait apparaître des lignes semblablement disposées et présentant les mêmes angles. Si les efforts cessent, l'attaque par l'acide redevient uniforme.

» 3° Les lignes des deux premiers systèmes sont, dans les cas où il a été

([1]) Ce résultat a déjà été obtenu par M. G. Humbert.

possible de le vérifier, bissectées par la direction de la plus grande tension principale et cette loi semble générale ([1]).

» L'examen des pièces déformées nous a montré que la formation de ces lignes est accompagnée d'un glissement sur des éléments normaux aux surfaces extérieures. Donc, tant au-dessous qu'au-dessus de la limite d'élasticité, la tendance à la déformation par glissement est maxima dans des directions non *perpendiculaires*.

» La résistance tangentielle n'a donc pas la même valeur limite dans toutes les directions à partir d'un point. Car l'effort tangentiel résultant des efforts extérieurs est maximum dans des plans passant par l'axe de l'ellipsoïde des forces (d'élasticité de Lamé) correspondant à l'effort principal moyen et *également inclinés* sur les axes correspondant au plus grand et au plus petit effort.

» D'autre part, la coïncidence constante des directions d'attaque maxima par l'acide avec celles des glissements prouve que cette attaque est maxima là où la différence entre la limite des efforts tangentiels résistants et la résultante tangentielle des efforts extérieurs présentent la plus petite différence.

» Soit l'ellipsoïde de Lamé réduit à une droite représentant une tension positive ν_z, φ l'angle de la normale à l'élément considéré avec la direction de cette force; on a pour effort tangentiel sur l'élément $\tau = \nu_z \sin\varphi \cos\varphi$ et pour effort normal $\nu = \nu_z \cos^2\varphi$. Je puis exprimer la résistance tangentielle en fonction de cet effort normal. La condition d'équilibre sera

$$(1) \qquad \psi(\nu_z \cos^2\varphi) - \nu_z \sin\varphi \cos\varphi \geqq 0,$$

ψ étant une fonction inconnue à déterminer. En égalant à zéro la dérivée dans laquelle on a substitué à φ la valeur φ' du minimum fixe, il vient identiquement

$$\psi' \cos^2\varphi(\nu_z \cos^2\varphi) = -\nu_z \cot 2\varphi';$$

ce qui exige

$$\psi(\nu \cos^2\varphi) = -\nu_z \cos^2\varphi \cot 2\varphi' + C.$$

Posant $\cot 2\varphi' = f$ et $C = \pi f$, l'équation (1) devient $(\pi - \nu)f - \tau \geqq 0$. π est, selon toute probabilité, la résultante des attractions internes qui applique les deux portions du solide l'une sur l'autre et s'opposent à leur séparation. C'est la résistance à la rupture.

([1]) *Comptes rendus*, 5 mars 1894, et brochure. Berger-Levrault et Cie; 1896.

» Dans le cas de compression on trouve même valeur absolue de f.

» D'après ces formules, dans le cas d'une tension uniforme, les normales aux plans de rupture par glissement devraient former autour de la direction de la tension un cône de révolution d'angle au sommet φ'; dans le cas d'une compression d'angle au sommet $\frac{\pi}{2} - \varphi'$. Les glissements se produisent seulement dans les plans qui en même temps satisfont aux conditions de stabilité minima dans la couche superficielle et à l'intérieur.

» On peut conclure de ces expériences que la limite des efforts tangentiels résistants a, dans les métaux, la même forme que le frottement de glissement extérieur. On peut donc assimiler la résistance au glissement interne à un *frottement*.

» Ces résultats se généralisent facilement pour un ellipsoïde d'élasticité de forme quelconque en le considérant comme formé par la superposition de deux ellipsoïdes réduits à des droites et une sphère. Les glissements doivent se produire dans les plans passant par l'axe correspondant à l'effort moyen et faisant, avec l'axe correspondant à la plus petite tension, l'angle φ'.

» En outre : 1° La rupture par glissement précède toujours la rupture par arrachement, car avec $\nu_z > \nu_y > \nu_x$ on trouve au moment du glissement

$$\tau = \frac{\nu_z - \nu_x}{2} + \frac{\nu_z - \nu_x}{2} \frac{\sqrt{1 - f^2}}{f} \qquad \text{toujours} < \nu_z;$$

» 2° La limite d'élasticité à la compression est à la limite d'élasticité à l'extension dans le rapport $\frac{\sqrt{1+f^2}-f}{\sqrt{1-f^2}-f}$;

» 3° La grandeur de l'axe moyen de l'ellipsoïde d'élasticité est sans influence sur la limite des déformations permanentes;

» 4° On s'explique que le coefficient de contraction latérale, conformément aux déterminations expérimentales, peut dans les solides s'approcher de 0,5, puisqu'il provient en partie de glissements élastiques (les glissements donnent 0,5 puisque le volume ne change pas). Dans la déformation permanente, fréquemment le volume ne change pas.

» Les valeurs du coefficient de frottement interne sont pour les métaux, d'après les expériences de M. Hartmann : pour le ferro-nickel, le zinc, le maillechort, 0,84; pour le platine, l'étain, 0,78; pour l'acier à ressort trempé, 0,73; pour le cuivre rouge, 0,67; pour l'argent, 0,62; pour l'acier à ressort recuit, 0,49; pour le plomb, 0,29. »

PHYSIQUE. — *Mesure directe de la période des oscillations hertziennes.* Note de M. L. **Décombe** [1], présentée par M. Lippmann.

« A cause de son extrême petitesse, la période d'un excitateur électrique a été jusqu'ici regardée comme n'étant pas susceptible de mesure directe. On la déterminait par le calcul au moyen de la formule

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

qui résulte de la théorie de Thomson; on remplaçait C dans cette formule soit par la valeur théorique de la capacité (*excitateur de Hertz*), soit par sa valeur expérimentale déterminée par l'une des méthodes connues, celle de Maxwell par exemple (*excitateur de M. Blondlot*); quant à la self-induction, on la déduisait de la formule de Neumann

$$\int \frac{\cos\varepsilon\, ds\, ds'}{r}.$$

» Il était cependant utile de chercher à obtenir une valeur purement expérimentale de la période.

» Déjà, en 1863, Feddersen [2] avait réussi, en dilatant par la rotation d'un miroir concave l'image de l'étincelle explosive d'une bouteille de Leyde, à mettre en évidence le caractère oscillatoire de la décharge. Les bords de l'image dilatée présentaient des alternances lumineuses très nettes qui correspondaient aux oscillations du courant.

» Le phénomène pouvait être fixé sur une plaque sensible. De l'étendue d'une alternance lumineuse mesurée avec soin on pouvait alors déduire la période de l'oscillation, une fois connues la vitesse de rotation du miroir et sa distance f à la plaque sensible.

» Les oscillations étudiées par Feddersen avaient des périodes comprises entre $\frac{1}{20000}$ et $\frac{1}{100000}$ de seconde [3]. Je me suis proposé d'appliquer la même méthode aux très rapides oscillations découvertes par Hertz en 1887.

» *A priori*, cette application de la méthode du miroir tournant à de si courtes oscillations pouvait paraître présenter de sérieuses difficultés;

(1) Ce Travail a été fait dans la galerie de 60^m du laboratoire des Recherches physiques.

(2) Feddersen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXXIX, p. 178; 1863.

(3) Sauf deux qui avaient respectivement pour valeurs $0^s,00000240$ et $0^s,00000132$.

celles-ci, cependant, ne semblaient pas insurmontables, étant donnés les progrès réalisés depuis Feddersen par la Science photographique. La découverte du gélatinobromure d'argent a permis, en effet, d'obtenir des émulsions d'une sensibilité presque illimitée.

» Ces prévisions ont été confirmées par l'expérience.

» J'ai pu fixer sur la plaque au gélatinobromure des oscillations dont la durée est inférieure à $\frac{1}{5000000}$ de seconde (¹).

» L'objet de la présente Note est de décrire sommairement les conditions d'expérience qui ont permis ce résultat.

» *Principe.* — Pour que le phénomène oscillatoire puisse être analysé par la rotation du miroir, il faut que l'image de l'étincelle se déplace sur la plaque d'une quantité au moins égale à sa propre largeur δ' pendant la durée d'une demi-oscillation.

» La réalisation de cette condition dépend à la fois de la vitesse angulaire ω du miroir et du rapport $\frac{\delta'}{f}$.

» Pour de très courtes oscillations, il faudra prendre ω très grand et $\frac{\delta'}{f}$ très petit.

» On ne peut pas augmenter indéfiniment la vitesse du miroir; la plus grande valeur qu'elle puisse atteindre est déterminée par la résistance mécanique à la rupture des pièces tournantes. Pratiquement, et par mesure de précaution, on donnera à ω une valeur ω_1 sensiblement inférieure à cette valeur critique.

» Pour réduire $\frac{\delta'}{f}$ j'ai employé le dispositif suivant :

» L'étincelle explosive est située dans le plan focal d'une lentille collimatrice de foyer F. Les rayons parallèles qui émanent de cette lentille tombent sur le miroir tournant (qui est concave) et viennent former leur image dans le plan focal de celui-ci.

» Si nous désignons par δ la largeur du trait de feu qui constitue l'étincelle explosive, nous avons

$$\frac{\delta'}{f} = \frac{\delta}{F}. \tag{1}$$

(¹) C'est en 1894 que j'ai soumis l'idée de ces expériences à M. le professeur Lippmann; diverses circonstances indépendantes de ma volonté ne m'ont pas permis de les réaliser aussitôt. Je suis donc obligé de signaler deux Travaux parus depuis cette époque et relatifs au même sujet. Le premier, publié en 1895 (*Phil. Mag.*, 5ᵉ série, vol. XL, nº 243), a été exécuté au laboratoire de Physique de Jefferson (Cambridge, U. S.) par MM. John Trowbridge et William Duane, qui ont pu photographier des oscillations du même ordre de grandeur $\left(\frac{1}{5 \times 10^6}\right)$. Le deuxième, effectué par M. Clarence Saunders, au laboratoire de l'Université de Clark, ne comporte que l'étude d'oscillations environ vingt ois moins rapides (*Physical Review*, sept.-oct. 1896).

» On peut toujours prendre F assez grand pour que $\frac{\delta'}{f}$ soit aussi petit que l'on veut, et cela, *sans affaiblir l'intensité lumineuse de l'image,* car si, d'un côté, la quantité de rayons qui contribuent à former cette image est proportionnelle à $\frac{1}{F^2}$, d'un autre côté, sa surface varie proportionnellement au carré de δ', c'est-à-dire à $\frac{1}{F^2}$, puisque l'on a, à cause de (1),

$$\delta'^2 = \delta^2 f^2 \times \frac{1}{F^2}.$$

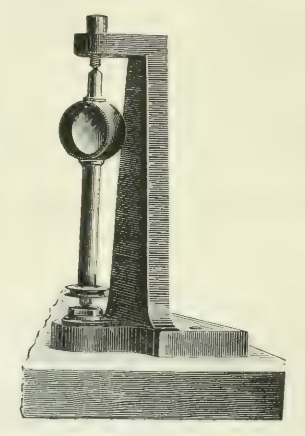
» L'éclairement de l'image par unité de surface est donc indépendant de F.

» On vérifie aussi aisément la proposition suivante :

» On peut, *sans altérer le rapport* $\frac{\delta'}{f}$, rendre l'éclairement de l'image aussi grand qu'on le désire en diminuant suffisamment la distance focale du miroir.

» Ces considérations permettent de fixer les conditions de l'expérience : on prendra une lentille collimatrice d'assez long foyer pour que la dissociation soit possible; en même temps on donnera au miroir une distance focale assez faible pour que l'image de l'étincelle soit capable d'impressionner une plaque sensible.

» *Appareil* (1). — L'appareil tournant dont je me suis servi a été construit par Froment.



» Il est essentiellement formé d'une monture d'acier portée par un axe vertical de même métal.

(1) Cet appareil a été très obligeamment mis à ma disposition par M. Benoist, professeur de Physique au lycée Henri IV.

» Le miroir est en verre épais de 3^{mm} environ (1). Il est maintenu dans la monture par deux bagues formant écrou. Sa face concave est argentée; l'autre face est plane et recouverte d'un vernis noir. Une petite poulie de laiton, *chaussée* sur l'axe, transmet à celui-ci la rotation qu'elle reçoit.

» La vitesse du miroir, que l'on déduit de la hauteur du *son d'axe*, peut atteindre des valeurs considérables. Elle était généralement comprise entre 400 et 500 tours par seconde.

» Le mouvement était produit par un moteur électrique Limb, à induit denté, d'une puissance nominale de 440 watts et excité en dérivation (2).

» *Résultats.* — Lorsque l'épreuve est bonne et que la période n'est pas trop petite, on peut distinguer très nettement les oscillations à la simple vue. Leur mesure se fait à la machine à diviser.

» Le nombre d'oscillations que présente une seule étincelle dépend, pour une période donnée, de la capacité de l'excitateur. On a pu en compter jusqu'à quatorze dans la même décharge.

» Ces expériences confirment évidemment la théorie de MM. Poincaré et Bjerknes, d'après laquelle l'excitateur n'émet que des radiations d'une seule longueur d'onde. »

PHYSIQUE. — *Émission de rayons secondaires par l'air sous l'influence des rayons* X. Note de M. G. SAGNAC (3), présentée par M. Lippmann (4).

« Les rayons secondaires que j'ai obtenus en transformant les rayons X par l'action de divers corps solides se produisent à la fois dans une couche de matière adjacente à la surface d'entrée des rayons X et dans une seconde couche adjacente à la surface de sortie (*Comptes rendus* du 7 février).

» L'épaisseur de chaque couche active augmente avec la transparence du corps pour les rayons X et pour les rayons secondaires. Restreinte à un demi-micron quand les rayons X sont transformés par l'or, l'épaisseur de chaque couche active est de plus de 1^{mm}, soit au moins deux mille fois plus grande, dans le cas de l'aluminium.

» Enfin, les deux couches actives se prolongent et se recouvrent dans la

(1) Il est dû à l'habileté bien connue de M. Werlein.

(2) Ce moteur m'a été gracieusement prêté par MM. Gindre frères et Cie, constructeurs à Lyon.

(3) Voir les *Comptes rendus* du 19 juillet, du 26 juillet et du 6 décembre 1897, du 3 janvier et du 7 février 1898.

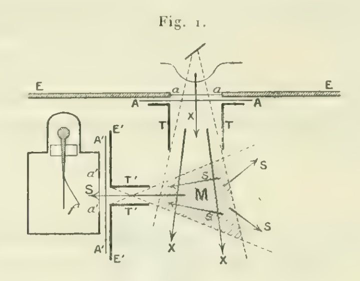
(4) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

masse entière du corps actif, si celui-ci est d'une très grande transparence. C'est le cas de l'air atmosphérique.

» Dans mes expériences antérieures sur la transformation des rayons X par transmission (*loc. cit.*), le platinocyanure de baryum, le gélatinobromure d'argent ou l'électroscope décèlent encore une dissémination appréciable des rayons X lorsqu'on éloigne tous les corps ([1]) qui disséminaient des rayons derrière l'écran de plomb. Cette action résiduelle est due à l'air.

» En limitant les rayons X par un tube métallique T et en canalisant les rayons disséminés par un second tube opaque T′ (*fig.* 1), on constate que la région M de

Fig. 1.



l'atmosphère, vue à la fois de la source de rayons X et de l'intérieur de l'électroscope, est une véritable source qui rayonne en tous sens, par exemple à angle droit des rayons X incidents. On supprime naturellement le phénomène en fermant l'entrée du tube T par un écran susceptible d'arrêter les rayons.

» L'expérience précédente est complètement analogue aux expériences que j'ai antérieurement décrites au sujet des rayons secondaires émis par différents corps solides. Il devient alors extrêmement probable, comme je l'avais annoncé (*Comptes rendus* du 19 juillet 1897), que les différents gaz, et, en particulier, l'air atmosphérique, transforment les rayons X en rayons secondaires d'une nature différente, aussi bien que le font les divers corps solides. La transformation paraît bien moins profonde avec l'air qu'avec le zinc, par exemple. Mais j'ai cependant constaté qu'une même feuille d'aluminium, disposée en AA puis en A′A′ de manière à filtrer les rayons X

([1]) Au sujet des deux premiers modes d'action des rayons disséminés par l'air, voir : W.-C. Röntgen, *Sitzungsberichte der Berl. Ak.*, mai 1897; G. Sagnac, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 168; P. Villard, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 232.

puis les rayons secondaires de l'air, affaiblit davantage la rapidité de décharge de l'électroscope dans le second cas [1]; autrement dit, les rayons secondaires de l'air sont moins pénétrants que les rayons X, dont ils sont la transformation.

» Le phénomène d'émission secondaire de l'air n'est pas analogue à la diffraction de la lumière par la fumée de tabac; mais il est, dans une certaine mesure, comparable à l'émission en tous sens qui prend naissance sur tout le trajet d'un faisceau lumineux dans un liquide qui renferme une petite quantité de fluorescéine ou de toute autre matière luminescente. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel interrupteur pour les bobines d'induction.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. Lippmann.

« Par suite du fonctionnement des interrupteurs usités dans les bobines de Ruhmkorff, les forces électromotrices induites, de sens inverse, ne sont pas égales en valeur absolue; on peut les représenter par la courbe (*fig.* 1)

Fig. 1.



dans laquelle *er* désigne la force électromotrice induite à la rupture du circuit primaire, *ef* celle qui est induite à la fermeture. Cette différence, qui est considérable, présente de nombreux inconvénients pour les usages des bobines d'induction.

» En envoyant dans l'induit un courant alternatif, on peut, pour de très

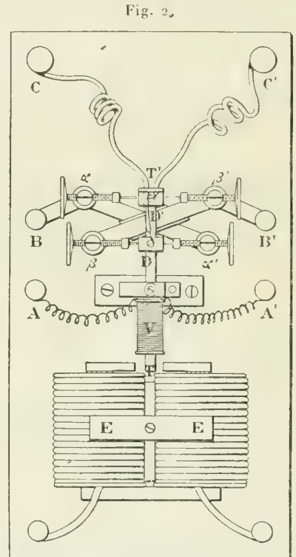
(1) La figure fait concevoir comment l'incidence moyenne des rayons secondaires sur A'A' est rendue voisine de l'incidence moyenne des rayons X sur AA. Les rayons secondaires émis par AA ne pouvaient pénétrer dans l'électroscope; comme leur action électrique directe est insignifiante vis-à-vis de celle des rayons X, il est invraisemblable qu'ils aient pu se diffuser dans l'air M en quantité appréciable.

faibles voltages, obvier à cet inconvénient; mais ce moyen ne peut plus servir lorsqu'on veut obtenir des étincelles de plusieurs centimètres de longueur.

» J'ai résolu la question au moyen du petit appareil décrit ci-après :

» Un électro-aimant EE′ est excité par un courant alternatif (*fig.* 2). Entre ses deux pôles peut osciller l'extrémité d'une tige TT′, mobile en O autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure. La partie OT est en fer doux, la partie OT′ en ébonite ou

Fig. 2.



toute autre substance isolante. Sur la partie OT se trouve enroulée une petite bobine V parcourue par un courant continu. Il en résulte en T un pôle magnétique déterminé. Quand le courant alternatif parcourt EE′, la tige T prend, par suite, un mouvement oscillatoire dont la période est égale à celle du courant alternatif. Sur la partie OT′ de la tige oscillante, on a fixé deux lames de platine DD′ en relation, à l'aide de deux fils flexibles, avec les bornes CC′.

» Pendant le mouvement, les deux lames DD′ viennent successivement au contact des bornes αβ puis α′β′; celles-ci sont reliées deux à deux avec les bornes BB′ d'arrivée du courant inducteur; la disposition de l'appareil montre de suite que si, par exemple, le pôle + du courant est en B, le pôle — en B′, le courant qui circule entre C et C′, par suite des fermetures successives dues au mouvement de la tige, ira alternativement

de C en C′ et de C′ en C; le sens du courant entre ces deux bornes se trouvera inversé entre deux ruptures successives. On voit, par suite, que les forces électromotrices induites, de sens inverses (*fig.* 3), vont être, à chaque instant, la somme de deux

Fig. 3.



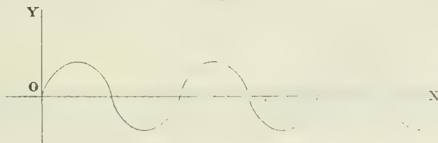
quantités toujours les mêmes, et de même signe. Elles seront donc égales en valeur absolue.

» L'appareil marche très bien. Pour un courant inducteur intense, on plongera les contacts $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$ et la partie OT′ de la tige dans un liquide approprié.

» Le seul inconvénient, d'ailleurs facile à prévoir, est une perte d'énergie assez grande; il faut, pour obtenir une même longueur d'étincelles, envoyer dans cet interrupteur un courant de force électromotrice double de celle qui est nécessaire avec un foucault.

» L'appareil est en outre réversible, c'est-à-dire que, si l'on relie les bornes CC′ avec les deux pôles du courant alternatif dont une dérivation excite l'aimant EE′, on recueille entre les bornes BB′ un courant alternatif

Fig. 4.

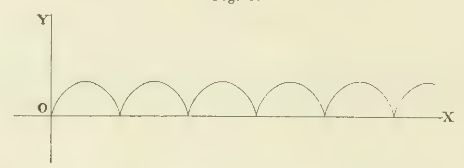


redressé. Si le courant arrivant en CC′ est représenté par la courbe (*fig.* 4), celui recueilli entre BB′ sera représenté par la courbe (*fig.* 5).

» Mais il faut éviter que les ruptures successives se produisent au moment où la force électromotrice périodique a sa valeur maximum, ou même une fraction notable de cette valeur.

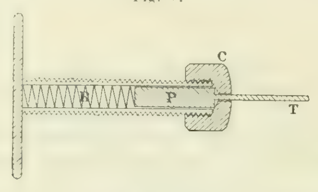
» Un dispositif très simple permet de produire les ruptures au moment où cette force électromotrice est nulle : les vis des bornes de contact $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$ sont percées,

Fig. 5.



suivant leur axe, d'une cavité cylindrique (*fig.* 6). Au fond de cette cavité, on engage un ressort à boudin R, très doux, et une pièce en platine TP cylindrique, ayant la

Fig. 6.



forme d'un piston dont la tige T glisserait au centre d'un chapeau taraudé en laiton, C, qui vient se visser à l'extrémité de la vis.

» La tige TT' étant au repos (*fig.* 2), on règle les quatre vis de façon qu'elles viennent toucher sans pression les contacts DD', l'extrémité T se trouvant à égale distance des deux pôles de l'aimant EE'.

» Dès que la tige TT' oscille, les contacts DD' se portent à droite et à gauche, repoussant alternativement les pistons $\alpha\beta$ en quittant $\alpha'\beta'$, puis repoussant $\alpha'\beta'$ en quittant $\alpha\beta$.

» Si l'on remarque d'ailleurs que la tige TT' passe par sa position d'accélération nulle juste au moment où la force électromotrice du courant alternatif qui excite EE' est nulle aussi, et que les ruptures se font à cet instant précis, on voit qu'il n'y aura pas d'étincelle de rupture en $\alpha\alpha'\beta\beta'$.

» En pratique, il se produit des étincelles extrêmement faibles. La perte d'énergie ne dépasse pas le quart de l'énergie primitive. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un hydrure de dicamphène cristallisé.* Note de MM. **A. Étard** et **G. Meker**, présentée par M. Henri Moissan.

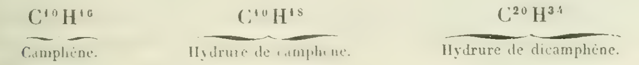
« On connaît de nombreux principes naturels non saturés, peu ou point oxygénés et appartenant à des séries organiques élevées. Quelques-unes

de ces matières sont, au point de vue fonctionnel, des carbures, d'autres des alcools, des glycols, etc.

» Il est bien rarement possible de connaître le noyau interne de ces composés. Pour la cholestérine $C^{26}H^{44}O$, qui a été l'objet de nombreux travaux, on reste sans renseignements, bien qu'on l'ait regardée pendant un certain temps comme étant de nature terpénique. La carottine $C^{26}H^{38}$, générateur probable des cholestéroïdes végétaux, n'est pas davantage rattachée aux séries connues. Seuls, à notre connaissance, les amyrilènes $C^{30}H^{48}$ sont cristallisés, rotatoires et nettement assimilés à des triterpènes.

» En vue d'obtenir des matériaux solides d'origine terpénique démontrée, pouvant conduire à des cholestéroïdes analogues à ceux de la nature, l'un de nous s'est efforcé, il y a quelques années, de purifier le colophène $C^{20}H^{32}$, afin d'obtenir ce carbure même, ou son dérivé par le chlorure de chromyle, sous forme cristallisée. Mais ce diterpène paraît incristallisable en toute circonstance. Plus récemment, la question a été reprise en partant d'une autre source. M. de Montgolfier, par l'action du sodium sur le chlorhydrate de térébenthène (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIX, p. 145), a isolé un hydrure de dicamphène visqueux, mais se rattachant au camphène, qui représente l'état solide parmi les terpènes. Nous sommes parvenus à séparer de ce milieu un carbure *cristallisé* qui n'a pas encore été décrit.

» Les carbures terpéniques cristallisés sont fort rares. Avec le camphène, l'hydrure de camphène de M. de Montgolfier et le nouveau composé solide que nous décrivons dans cette Note, on arrive à former la série de matériaux suivants :



» *Préparation.* — La préparation qui conduit à l'hydrure de dicamphène liquide, par l'action du sodium sur le chlorhydrate de térébenthène, a été exécutée de bien des façons avant qu'il fût possible d'obtenir des résultats constants. Voici dans quelles conditions on obtient de bons rendements :

» Dans 100 parties de chlorhydrate de térébenthène sec, chauffé *seulement* à la température nécessaire pour le fondre, on introduit 15 parties de sodium en une fois et l'on agite fréquemment de façon à granuler le sodium fondu et le mettre ainsi en contact avec le chlorhydrate maintenu liquide. Il importe de conduire cette réaction assez lentement pour éviter toute élévation de température favorable aux polymérisations excessives. En cette observation de la température consiste la meilleure chance de

succès et de rendement. L'action du sodium étant épuisée, au lieu de distiller en présence de sel et d'un peu de sodium, on ajoute de la benzine pour dissoudre les carbures. La solution benzénique est lavée à l'eau, puis distillée.

» Après départ de la benzine, on sépare par le fractionnement environ 45 parties de liquide bouillant entre 150° et 160° et 30 parties passant de 320° à 330°.

» La fraction légère, rendue liquide avec un peu de benzine, est agitée avec de l'acide sulfurique (Montgolfier). Il convient que cet acide soit très riche en anhydride. De la sorte, on détruit mieux les carbures étrangers et l'hydrure de camphène résiste seul. On le lave à la trompe sur coton de verre avec de l'acide sulfurique fumant, puis de l'acide sulfurique jusqu'à décoloration aussi complète que possible, puis enfin on le lave à l'eau.

» On distille et l'on obtient de 15 à 20 pour 100 d'une magnifique substance cristallisée qu'on est surpris de ne pas voir déjà étudiée à propos des diverses questions terpéniques qui se posent.

» Le carbure liquide passant de 320° à 330° a fait le principal objet de notre étude. Après un fractionnement convenable, on arrive à l'avoir sous la forme d'un liquide incolore, non fluorescent, visqueux, passant à 337° (non corr.) : $D_{15} = 0,963$; $\alpha = 46°20'$ sur $0^m,20$. Pouvoir rotatoire :

$$[\alpha]_D = 24°3' ;$$

selon Montgolfier : 21°18′. Un tel écart peut tenir au degré de pureté ou à un mélange d'isomères dépendant des conditions de formation.

» Notre préparation liquide a été abandonnée quelque temps au froid et nous avons pu obtenir des cristaux. Ceux-ci, que nous gardons comme germes, permettent de transformer rapidement le carbure refroidi dans du chlorure de méthyle jusqu'à concurrence de moitié environ. Les cristaux, essorés à la trompe, sont mis à cristalliser à nouveau dans l'alcool qui les dissout peu à froid et les dépose sous la forme d'octaèdres bien réguliers.

» L'hydrure de dicamphène solide que nous avons découvert cristallise dans le système cubique. Il n'y a pas extinction de lumière polarisée : $D_{15} = 1,001$. Ébullition : 326°-327°, très fixe (non corr.). Le liquide condensé se prend immédiatement en une masse cireuse fusible à 75°. Le pouvoir rotatoire, mesuré par deux observateurs différents, en solution benzénique, donne les résultats suivants :

$P = 3^{gr},500$, $\alpha = 5°25'$, $l = 0^m,20$, $[\alpha]_D = -15°27'$;
$P = 2^{gr},070$, $\alpha = +3°18'$, $l = 0^m,20$, $[\alpha]_D = -15°56'$.

» *Analyse* : C = 87,3, H = 12,5.

» Le carbure a donc bien pour formule $C^{20}H^{34}$.

» Dans les corps élevés et non saturés on ne saurait trop rechercher la véritable série génératrice. En effet, $C^{20}H^{34}$ se représente par la formule générale C^nH^{2n-6}. C'est donc à première vue un homologue de la benzine. Ce n'est que par voie de dérivation expérimentale que nous arrivons sûrement à savoir qu'il s'agit d'un terpène, C^nH^{2n-4}. Comme il est hydrogéné et polymérisé, sa situation purement numérique parmi les carbures est comprise entre C^nH^{2n-2} et C^nH^{2n-4}.

» C'est ainsi que bien des principes naturels paraissent être profondément désaturés, alors qu'ils se rapportent en fait à des séries assez simples, et notamment aux terpènes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la cyanamide sur le bromanile en présence de la potasse.* Note de M. **H. Imbert**, présentée par M. Friedel.

« La cyanamide en solution alcoolique ou aqueuse ne réagit pas sur le bromanile, même à la température de l'ébullition; mais si dans une solution aqueuse et bouillante de cyanamide, tenant en suspension du bromanile pulvérisé, on ajoute quelques fragments de potasse, le liquide prend une belle coloration verte à reflets jaunes. L'addition d'un acide tel que l'acide chlorhydrique fait virer la coloration au bleu puis au violet.

» On peut isoler, avec la plus grande facilité, le produit vert, de la façon suivante :

» A $24^{gr},6$ (une molécule) de tétrabromoquinone, finement pulvérisée, on ajoute $8^{gr},4$ (deux molécules) de cyanamide dissoute dans 100^{cc} d'eau distillée. On porte à l'ébullition et l'on additionne de petits fragments de potasse en ayant soin qu'il reste toujours un excès de bromanile. Le liquide filtré bouillant se prend par refroidissement en une masse cristalline. Deux ou trois cristallisations dans l'eau distillée bouillante suffisent pour la purification. En opérant avec une quantité d'eau inférieure à celle qui est indiquée, l'addition d'alcali détermine la prise de la substance en une masse cristalline.

» Les cristaux examinés au microscope offrent l'aspect de longues aiguilles semblables entre elles; mais les unes paraissent vertes, les autres brun jaunâtre, probablement par suite d'un phénomène de polychroïsme. Examiné à l'œil nu et en masse, le produit est brun verdâtre à reflets mordorés. Séché dans le vide ou à 105°, il se redissout dans l'eau froide et plus facilement dans l'eau bouillante avec coloration verte. La dessiccation ne paraît donc pas l'altérer. La solution, traitée par une quantité suffisante d'acide chlorhydrique, se colore en violet et, agitée avec de l'éther acétique, communique à celui-ci une belle coloration rouge rubis. L'addition ménagée d'ammoniaque ou d'un alcali fait reparaître la couleur verte dans la couche aqueuse sous-jacente.

» La liqueur aqueuse, virée au violet par un acide, se décolore sous l'influence de l'acide sulfureux.

» Si l'on admet qu'il s'est formé durant l'opération l'un des corps

$$\begin{array}{c} \\ CAz^2 = C \\ \\ \end{array}\!\!\begin{array}{c} \diagup \\ \\ \diagdown \end{array}\!\!\begin{array}{ccc} Br & & OK \\ | & & | \\ C & = & C \\ & & \\ C & & C \\ | & & | \\ Br & & OK \end{array}\!\!\begin{array}{c} \diagdown \\ \\ \diagup \end{array}\!\!\begin{array}{c} \\ C = Az^2C \\ \\ \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{c} \\ CAz^2 = C \\ \\ \end{array}\!\!\begin{array}{c} \diagup \\ \\ \diagdown \end{array}\!\!\begin{array}{ccc} Br & & OK \\ | & & | \\ C & - & C \\ & & \\ C & = & C \\ | & & | \\ OK & & Br \end{array}\!\!\begin{array}{c} \diagdown \\ \\ \diagup \end{array}\!\!\begin{array}{c} \\ C = Az^2C. \\ \\ \end{array}$$

la théorie indique qu'il doit contenir

C.... 22,74, Br.... 37,91, Az.... 13,27, K.... 18,48 pour 100.

» Or j'ai trouvé

C...... 22,30, Br..... 37,40, Az...... 13,91, K...... 18,10.

» De plus, en admettant que le corps $CAz^2 = C^6Br^2(OK)^2 = Az^2C$ cristallise avec deux molécules d'eau, la chaleur doit lui faire perdre 7,8 pour 100 de son poids. J'ai trouvé expérimentalement 7,5.

» Le produit cristallisé répond donc à la formule d'une dicyaniminodibromodioxyquinone dipotassique cristallisée avec deux molécules d'eau

$$CAz^2 = C^6Br^2(OK)^2 = Az^2C.2H^2O.$$

» Traitée en solution aqueuse par un acide, elle donne un produit violet qui, sous l'influence de l'acide sulfureux, c'est-à-dire d'un réducteur, se transforme en un leuco-dérivé, réaction analogue à celles que fournissent les auramines.

» Le sel dipotassique fait la double décomposition avec l'azotate d'argent et le chlorure de baryum, donnant un sel d'argent insoluble et un sel de baryum peu soluble.

» Le chloranile m'a donné des résultats analogues.

» D'ailleurs les quinones non substituées se combinent à la cyanamide en solution alcoolique bouillante, et la benzoquinone fournit un produit insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, qui paraît correspondre à la formule d'une dicyaniminobenzoquinone $CAz^2 = C^6H^4 = Az^2C$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le phosphore organique.* Note de M. L. Jolly, présentée par M. Henri Moissan.

« En démontrant, au moyen du réactif molybdique ([1]), l'union intense des phosphates minéraux avec les éléments histologiques animaux, union qui n'est pas complètement détruite par leur désorganisation, témoin les expériences d'Henninger sur les peptones, celles de Wurtz sur l'albumine, nous nous sommes demandé si l'existence admise encore du phosphore métalloïdique dans une molécule organique, malgré la découverte de l'acide phosphoglycérique dans les lécithines nerveuses, ne serait pas due à cette impossibilité d'éliminer toute trace des phosphates minéraux des substances étudiées.

» Nous avons pensé que le procédé suivant nous permettrait de vérifier s'il existe du phosphore métalloïdique intégré dans une molécule organique des tissus animaux ou des matières albuminoïdes végétales.

» La substance à étudier étant bien homogène de composition, nous la divisons en deux parties égales : la première est désséchée, puis incinérée progressivement sans aller jusqu'à la disparition complète du charbon. Celui-ci, pulvérisé, est épuisé par l'acide chlorhydrique dilué bouillant; l'acide phosphorique est précipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Séparé par filtration, ce précipité est redissous et l'acide phosphorique est dosé par la solution uranique.

» La seconde partie est oxydée à chaud par un grand excès d'acide nitrique pur jusqu'à décoloration complète de la masse. Vers la fin, on ajoute quelques grammes de nitrate de potasse pur, afin que l'oxydation soit parfaite. La masse, desséchée, puis calcinée, est traitée comme nous venons de le dire.

» La différence entre les deux quantités d'acide phosphorique trouvées à l'analyse permettra de déterminer le phosphore organique.

» Sachant que les phosphates minéraux calcinés en présence du charbon perdent une partie de leur acide phosphorique qui, d'abord transformé en phosphure métallique, disparaît ensuite à l'état de phosphure d'hydrogène, quand la masse calcinée est traitée par l'acide chlorhydrique pour séparer les phosphates, nous avons fait les expériences suivantes :

([1]) *Comptes rendus*, 11 octobre 1897.

» 1° 20gr de légumine sèche ont été calcinés sans aucune addition; nous avons retiré :

Acide phosphorique.......................... 0,090

» 2° 20gr de même substance ont été additionnés de 2gr de bicarbonate de soude pur dissous. La masse est gonflée, sans trace de dissolution après vingt-quatre heures de contact. Séchée, puis calcinée, elle a donné :

Acide phosphorique.......................... 0,135

» 3° Une autre quantité égale de légumine a été additionnée de 4gr de soude caustique pure dissoute. Après vingt-quatre heures, la masse est devenue pâteuse, gluante, comme dissoute. Desséchée, puis calcinée, nous trouvons :

Acide phosphorique.......................... 0,280

» Ces résultats nous indiquent que les substances à étudier doivent être calcinées en présence d'un excès d'alcali caustique.

» 4° 20gr de légumine sont traités à chaud par un grand excès d'acide nitrique pur jusqu'à décoloration. Vers la fin de l'évaporation effectuée lentement, la masse est additionnée de 4gr de soude caustique, puis desséchée avec grande précaution et enfin calcinée lentement afin d'éviter une déflagration vive avec projection de matière. Le résultat a été :

Acide phosphorique.......................... 0,280

» Le gluten soumis à deux traitements identiques a fourni les résultats suivants :

1° 20gr non oxydés renferment : acide phosphorique...................... 0,030
2° 20gr oxydés donnent : acide phosphorique.......................... 0,030

» Les substances animales qui ont servi à nos analyses ont été empruntées au mouton : cerveau et chair musculaire (gigot).

» Une cervelle de mouton du poids de 110gr a été réduite en pulpe homogène et divisée en deux parties de 50gr chacune.

» La première, additionnée de 4gr de soude caustique, évaporée, puis calcinée, a donné :

Acide phosphorique.......................... 0,225

» La seconde, traitée par l'acide nitrique et la soude caustique, comme il est dit plus haut, a donné :

Acide phosphorique.......................... 0,225

» Un fragment de chair musculaire de mouton a été haché finement, afin que la masse soit aussi homogène que possible, et divisé en deux parties de 50gr chacune.

La première, calcinée en présence de la soude, donne : acide phosphorique... 0,140
La deuxième, oxydée puis calcinée avec soude, donne : » ... 0,140

» Nous ferons remarquer, en passant, que le cerveau de mouton est presque deux fois plus riche en acide phosphorique que son tissu musculaire.

» Nos analyses ne confirment donc pas l'existence du phosphore métalloïdique non oxydé intégré dans une molécule organique.

» Nous considérons ces recherches comme le corollaire utile de notre précédent travail. Elles nous faciliteront, en outre, la démonstration prochaine que les expériences de MM. Lépine et Aubert, insérées aux *Comptes rendus* en 1884, ne permettent pas d'affirmer qu'il y a élimination par la voie urinaire de phosphore incomplètement oxydé. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les inhalations de chloroforme déterminent-elles la production d'oxyde de carbone dans le sang?* Note de M. L. de Saint-Martin.

« Dans une Note récente ([1]), MM. Degrez et Nicloux ont annoncé que le sang de chiens longtemps maintenus sous le chloroforme, traité par l'acide acétique, dégage de l'oxyde de carbone (environ 5^{cc} par litre). Ils ont conclu à l'existence de ce gaz dans le sang des sujets anesthésiés, et attribué sa formation à la décomposition du chloroforme par les liquides alcalins de l'organisme.

» Je laisse de côté la question de Chimie pure; mais cette conclusion, au point de vue physiologique, m'a paru mériter confirmation. Car, si elle était reconnue exacte, on pourrait justement l'invoquer comme contre-indiquant l'emploi du plus précieux et du plus usité des agents anesthésiques.

» J'ai donc cru devoir reprendre les essais de ces expérimentateurs, mais en substituant, à la méthode indirecte du grisoumètre, l'emploi du spectroscope et le dosage direct de l'oxyde de carbone au moyen du chlorure cuivreux. A cet effet, j'ai combiné les deux procédés que j'ai fait précédemment connaître ([2]) pour la recherche, dans le sang, de traces de gaz rares ou anormaux (oxyde de carbone, hydrogène protocarboné), et

([1]) Degrez et Nicloux, *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

([2]) L. de Saint-Martin, *Recherches expérimentales sur la respiration*, p. 270 (Paris, 1893), et *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 83.

j'ai fait porter mes expériences non seulement sur le sang d'animaux anesthésiés, mais aussi sur le sang normal.

» Voici la marche suivie dans chacune des expériences ci-dessous relatées :

» 500^{cc} de sang sont introduits dans le ballon-récipient d'une pompe à mercure avec 10^{cc} d'huile, et épuisés, à la température de 45°, des gaz que le vide employé seul peut enlever, d'abord à l'aide de la trompe à eau et finalement en manœuvrant la pompe. Ces gaz ne sont pas recueillis. Quand la pompe ne ramène plus que des traces d'acide carbonique entièrement absorbable par la potasse, on ajoute au sang la moitié de son volume, soit 250^{cc}, d'une solution saturée d'acide tartrique récemment bouillie et bien exempte d'acide sulfurique libre. Puis, au moyen de quelques coups de pompe, on extrait les gaz dégagés par l'action de l'acide sur le sang, et on les rassemble dans une éprouvette pleine de mercure. Pour terminer, on fait passer dans le récipient 5^{cc} d'une solution de carbonate de soude sec à 1 pour 100; les 10^{cc} d'acide carbonique qu'ils renferment sont immédiatement mis en liberté, et on les réunit, par un dernier épuisement, aux gaz déjà recueillis.

» On obtient de la sorte dans l'éprouvette 30^{cc} à 40^{cc} de gaz, qu'on soumet successivement à l'action de la potasse qui en absorbe environ les neuf dixièmes, puis de l'hydrosulfite de soude pour éliminer l'oxygène, s'il en existe. Le résidu, composé d'oxyde de carbone, d'azote et peut-être de traces d'hydrogène et d'hydrogène protocarboné, est d'abord agité avec une dilution de sang de chien à $\frac{1}{75}$ de centimètre cube, qu'on a pris soin de priver de gaz tout en réduisant l'hémoglobine, en la maintenant longtemps à 40° et en la soumettant alternativement, à plusieurs reprises, à l'action du vide et d'un courant d'hydrogène.

» Ces 2^{cc} de sang étendu peuvent absorber au maximum 0^{cc},05 d'oxyde de carbone, et en absorbent en réalité moins de la moitié dans les conditions de l'expérience, l'oxyde de carbone n'existant dans le mélange gazeux qu'en proportion d'un tiers au plus. On sépare la dilution sanguine du résidu gazeux, et on la soumet à l'examen spectroscopique, après addition d'une goutte de sulfhydrate d'ammoniaque, dans une petite cuve close exactement remplie et bien bouchée. L'oxyde de carbone est ensuite dosé dans le mélange gazeux, par absorption au moyen du chlorure cuivreux en solution chlorhydrique.

» Voici les résultats obtenus par cette méthode, chaque expérience ayant toujours porté sur 500^{cc} de sang :

» *Expérience I.* — Chien de 30^{kg}, trochéotomisé, canule dans la trachie, anesthésié avec un mélange titré à 10^{gr} de chloroforme par hectolitre d'air, maintenu ensuite endormi pendant deux heures avec un mélange à 8^{gr} par hectolitre, et sacrifié par hémorragie. Le sang a été recueilli sur de l'oxalate de potasse (1^{gr}) pour empêcher sa coagulation [1].

---

[1] Qu'il me soit permis d'adresser ici mes remercîments à M. le professeur Dastre,

» La dilution sanguine, agitée avec le résidu gazeux, présentait à un haut degré la réaction spectroscopique de l'oxyde de carbone : les déterminations spectrophotométriques y accusaient 73 pour 100 de l'hémoglobine à l'état oxycarboné.

» Oxyde de carbone dans le gaz restant : $0^{cc},91$, soit $1^{cc},82$ par litre.

» *Expérience II.* — Sang de bœuf normal, recueilli à l'abattoir, défibriné par battage *en l'absence de toute fumée de tabac.*

» Réaction spectroscopique très nette de l'oxyde de carbone.

» Oxyde de carbone : $0^{cc},4$, soit $0^{cc},8$ par litre.

» *Expérience III.* — Fort chien, soumis aux inhalations de chloroforme comme dans l'expérience I.

» L'essai spectroscopique n'a pas été pratiqué.

» Le résidu gazeux a fourni $1^{cc},2$ d'oxyde de carbone, soit $2^{cc},4$ par litre de sang.

» *Expérience IV.* — Sang normal d'un chien de grande taille, exclusivement nourri au lait pendant six jours, quelque peu anémié. (Hémoglobine par litre de sang : 131^{gr}.) Sacrifié par hémorragie.

» La dilution sanguine présente très nettement les caractères spectroscopiques de l'hémoglobine oxycarbonée.

» Oxyde de carbone : $0^{cc},6$, soit $1^{cc},2$ par litre de sang.

» *Expérience V.* — On fait pénétrer, dans le récipient vidé d'air de la pompe à mercure, 250^{cc} de la solution d'acide tartrique employée pour les expériences précédentes, 10^{cc} d'huile, 2^{gr} d'oxalate neutre de potasse et 20^{cc} de la solution de carbonate de soude à 1 pour 100, et l'on procède à l'épuisement à chaud.

» Les gaz recueillis, traités comme ci-dessus, ne renferment pas trace d'oxyde de carbone.

» Les petites quantités de ce gaz, dosées dans les expériences I à IV, viennent donc bien des échantillons de sang et non des réactifs employés.

» Je passe sous silence quelques autres essais, qui confirment purement et simplement ces résultats.

» *En résumé,* on voit que le sang normal, de même que le sang des animaux soumis aux inhalations de chloroforme, dégage, lorsqu'on le traite dans le vide à 40°, par un acide organique, de petites quantités d'oxyde de carbone, comprises entre 0,08 et 0,2 pour 100. Ce gaz préexiste-t-il dans le sang? Je ne le pense pas et je crois plutôt qu'il prend naissance par l'action de l'acide sur une substance contenue dans le sang, et cela par un mécanisme analogue à celui qui produit des traces d'oxyde de carbone lors du dosage de l'oxygène au moyen des pyrogallates alcalins.

---

dans le laboratoire duquel ont été effectuées les vivisections nécessaires à ces expériences.

» Si donc l'expérience de MM. Degrez et Nicloux est parfaitement exacte en elle-même, il ne me paraît pas qu'on puisse accepter la conclusion qu'ils en tirent, et attribuer au chloroforme la singulière propriété de donner naissance, dans le sang, à de l'oxyde de carbone.

» Il reste à trouver, pour remplacer les acides organiques, un réactif capable de dégager l'oxyde de carbone fixé sur l'hémoglobine, mais n'en produisant pas trace quand on le mélange avec le sang normal. J'essaie, dans ce but, la solution concentrée de sulfate ferreux saturée de bioxyde d'azote. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'oxydase du* Botrytis cinerea. Note de M. J. **Laborde**, présentée par M. Duclaux.

« Le *Botrytis cinerea*, vivant en parasite sur le raisin, sécrète, comme je l'ai établi précédemment (¹), une oxydase que l'on trouve dans le moût de raisin et dans le vin après fermentation de ce moût; c'est elle qui provoque ensuite essentiellement, dans le vin exposé à l'air, l'altération connue sous le nom de *casse brune*.

» Pour étudier ces questions, il fallait d'abord rechercher une méthode de dosage de l'oxydase. Celle que j'ai trouvée est basée sur la coloration bleue que l'on obtient avec la teinture de gaïac, et sur sa comparaison (au colorimètre Dubosc) avec la même couleur que donne, avec la même teinture, $0^{mgr},5$ d'iode pour 20^{cc} du mélange; l'intensité de celle-ci étant prise pour unité. A l'aide de cette méthode de dosage, j'ai pu obtenir les résultats qui vont être indiqués.

» Le *Botrytis cinerea* pur, ensemencé sur des raisins blancs stérilisés, envahit d'abord leur pellicule qui brunit complètement au bout de trois à quatre jours, en donnant naissance à quelques fructifications aériennes. La quantité d'oxydase sécrétée est alors de trois unités environ.

» Au bout d'une semaine, lorsque les raisins sont couverts de fructifications abondantes, la proportion d'oxydase s'élève à cinq ou six unités; si l'on prolonge l'action de la moisissure, elle peut atteindre trente unités au moins.

» Dans une Note précédente (²), j'ai indiqué que les solutions d'oxy-

(¹) *Comptes rendus*, décembre 1896.

(²) *Comptes rendus*, juillet 1897.

dase perdent graduellement toute activité après absorption d'oxygène de l'air. Cette perte progressive est mise en évidence par les chiffres suivants, obtenus avec un liquide diastasifère exposé à l'air pendant un certain temps et contenant au début 5,5 unités d'oxydase :

Durée de l'aération.	Oxydase restante.	Oxydase perdue.
2 jours	3,5	2,0
4 jours	2,8	2,7
6 jours	2,4	3,1
12 jours	0,8	4,7

» On voit que la destruction de l'oxydase est assez lente : elle est plus grande dans les premiers temps de l'aération que dans les derniers.

» La chaleur, comme on sait, détruit aussi l'oxydase. Un liquide diastasique acide, contenant cinq unités d'oxydase, a été chauffé à des températures croissantes, toutes choses égales d'ailleurs, et, après refroidissement, les divers essais ont donné les chiffres suivants :

Températures.	Oxydase restante.	Oxydase détruite.
60°	2,30	2,70
65	1,50	3,50
70	0,90	4,10
75	0,75	4,25
80	0,45	4,55
85	néant	5,00

» Même après chauffage à 75° et 80°, il reste encore de l'oxydase active ; cependant, l'action sur la couleur du vin rouge de cette oxydase chauffée est beaucoup moins énergique que celle d'une quantité correspondante d'oxydase fraîche.

» En étudiant les variations de l'oxydase dans la fermentation du moût de raisins moisis, j'ai trouvé que :

» 1° La quantité d'oxydase qui reste, toujours plus faible que la quantité initiale, dépend de la durée de la fermentation ; elle est plus grande avec les levures plus actives qu'avec les levures moins actives. Ainsi, la fermentation ayant duré dix jours avec les premières et quinze jours avec les secondes, il restait respectivement 50 et 35 pour 100 de la quantité initiale d'oxydase ;

» 2° Les températures habituelles de la fermentation n'ont pas d'influence; à 25° et à 36°, la perte d'oxydase a été la même;

» 3° Les ferments de maladie du vin, qui peuvent se développer en même temps que les levures, ne paraissent pas agir sur l'oxydase. Les résultats ont été les mêmes qu'avec les levures pures, bien que ces ferments se fussent multipliés suffisamment pour produire $2^{gr},5$ d'acidité volatile par litre dans un essai, et $3^{gr},2$ dans un autre.

» Si, au lieu de se trouver dans les conditions de la fermentation des vins blancs, comme dans les expériences ci-dessus, on se place dans celles de la fermentation des vins rouges, on observe que la proportion d'oxydase restante est plus grande; il peut en rester, par exemple, 80 pour 100 de la quantité initiale. Cela s'explique, si l'on considère que, dans ces conditions, l'aération du liquide est plus faible, grâce à la formation du chapeau, et qu'une certaine quantité d'oxydase qui n'existait pas dans le moût au début, s'y est diffusée, pendant la fermentation des cellules de la moisissure portée par les raisins.

» Les résultats précédents ne peuvent avoir d'intérêt pratique que si l'on connaît les effets de la quantité d'oxydase prise pour unité. En mélangeant, à un vin rouge stérilisé, un volume convenable d'une solution d'oxydase de richesse connue, et en exposant ensuite ce vin à l'air pendant un temps suffisant, on a trouvé que la quantité de matière colorante précipitée par l'unité d'oxydase est voisine de 1^{gr} par litre. Mais l'action de l'oxydase ne se borne pas là: la couleur non précipitée est complètement jaunie, le vin peut être considéré comme perdu.

» En somme, on voit combien sont dangereux les effets du *Botrytis cinerea* qui a envahi une récolte; si, au moment des vendanges, on a $\frac{1}{3}$ de cette récolte atteint de pourriture grise, même peu développée, il peut exister dans le vin une quantité d'oxydase assez grande pour le faire casser complètement. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Tuberculose et pseudo-tuberculoses*. Note de MM. **Bataillon** et **Terre**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nous avons décrit précédemment, chez l'animal à sang froid, une forme spéciale de tuberculose, évoluant dans de larges limites de température [1]; puis nous avons indiqué que la tuberculose humaine ou aviaire,

---

(1) Bataillon, Dubard et Terre, *Un nouveau type de tuberculose* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 14 mai 1897).

après passage sur la grenouille ou sur la carpe, fournit des cultures analogues ([1]). Les expériences ont été multipliées jusqu'à la fin d'août, et quinze fois l'humaine et l'aviaire nous ont donné les mêmes résultats. A cette époque, les irrégularités nous ont paru explicables par des formes plus profondément modifiées, douées d'une grande puissance végétative, envahissant les milieux de la culture.

» Ces formes nous semblent actuellement rentrer dans le même cycle évolutif. Et, pour nos études ultérieures, il est indispensable de donner à chacune d'elles une étiquette commode. Appelons donc A le type bacillaire de Koch et B la forme que nous avons décrite en mai, adoptée aux températures basses.

» Une troisième forme fut tirée de l'humaine, le 12 août, après un passage de trois jours sur la grenouille. Les cultures crêmeuses sur les milieux solides évoluent très rapidement entre 12° et 48° en milieux liquides. C'est un bacille ayant la réaction Koch-Ehrlich et se distinguant nettement de notre type B par trois points : les cultures ont un aspect tout différent, elles se développent facilement aux températures élevées, elles troublent le bouillon ordinaire. Ce type, dont la plasticité est grande et sera marquée ultérieurement, occupe-t-il une place intermédiaire entre A et B? Des reports dans les sacs lymphatiques dorsaux de la grenouille nous ont donné, contrairement à notre attente, une forme nouvelle.

» Les colonies sont brunâtres sur pomme de terre; sur les autres milieux, elles ne diffèrent guère des précédentes, et, comme ces dernières, elles ne liquéfient pas la gélatine. Ce sont des bacilles aréolés avec des points de condensation, et s'il n'y en a qu'un à chaque extrémité, de véritables tonnelets rappelant le type décrit par Courmont en 1887. *Les méthodes d'Ehrlich et de Gram ne les colorent pas.* Mais sur un milieu se desséchant progressivement, sur des tubes de gélatine non capuchonnés, par exemple, on constate, en douze ou quinze jours, l'apparition graduelle d'un voile opaque constitué par des bacilles typiques; même phénomène sur des milieux qui s'épuisent. Les formes primitives semblent sporuler pour fournir ces éléments spéciaux capables de multiplication dans certains milieux; c'est un point que nous réservons pour aujourd'hui. En tout cas, les coupes pratiquées sur nos plaques de gélatine montrent une couche superficielle bien limitée de bacilles colorés par la méthode d'Ehrlich : il n'y en a pas un seul dans la profondeur.

([1]) Bataillon et Terre, *La forme saprophytique de la tuberculose humaine et de la tuberculose aviaire* (*Comptes rendus*, 14 juin 1897).

» Voilà deux types nouveaux dérivés de A. Les préparations du premier, tirées de cultures jeunes, ne laissent guère place au doute. Quant au second, il fournit la marque de son origine en développant le voile de formes typiques dont nous avons parlé. Nous appellerons dans l'ordre de description le premier α, le second β, admettant provisoirement la continuité de la série A, α, B, β.

» Mais écartons cet exposé morphologique pour passer à l'expérimentation.

» Nous inoculons à des cobayes la culture décrite tout à l'heure et obtenons irrégulièrement la mort en moins de deux mois avec une magnifique tuberculose de la rate et du foie et quelques grains dans le mésentère. *Impossible de mettre en évidence, dans ces édifications, un seul germe ayant la réaction Koch-Ehrlich.* Mais on trouve en abondance un bacille plus ou moins long, difficilement colorable, avec des points de condensation.

» Une seconde série de cobayes reçoit en injection à la cuisse les tubercules broyés. Les sujets meurent entre le onzième et le vingtième jour avec la rate gonflée, farcie de tubercules, le foie semé de granulations moins abondantes et moins volumineuses. *Pas trace de bacille de Koch.*

» Une troisième série se comporte de même; la mort arrive avant le vingtième jour avec les mêmes édifications. Les mêmes cultures sont isolées dans tous les cas : ce sont des bacilles mobiles rappelant le type de Courmont par bien des points. Pourtant la puissance végétative s'affaiblit rapidement; et, les cultures du premier groupe donnant d'abord sur bouillon un trouble floconneux, les générations ultérieures végètent péniblement et ne troublent plus. Les cultures donnent les mêmes résultats que les produits directs et l'édification ne demande pas plus de cinq jours.

» Les lapins inoculés jusqu'ici sont morts plus ou moins rapidement, très amaigris mais sans tuberculisation des viscères.

» Ainsi le bacille humain transporté sur le cobaye après un court passage sur la grenouille nous a fourni des séries d'animaux tuberculeux ne renfermant pas le bacille de Koch, mais une forme rappelant certains germes de pseudo-tuberculose; jusqu'ici les lapins sont morts sans édification, le bacille inoculé existant en abondance dans le sang et dans les viscères.

» Nous faisons ingérer à des lapins de grandes quantités de nos anciennes cultures B. L'un d'eux meurt au bout de trois mois et demi extrêmement amaigri. Le foie porte quelques granulations et, dans la veine cave dilatée, au niveau des reins, nagent de véritables édifications lardacées intravasculaires. Dans le sang, dans les tubercules, nous trouvons des myriades de bacilles rappelant à première vue ceux décrits au paragraphe précédent; pas un seul bacille de Koch. Le sang de ce lapin est inoculé à une série de cobayes : la mort arrive en moins de cinq jours sans édification avec les mêmes germes dans l'œdème local, le sang, le foie, etc. Les séries ont été multipliées et, jusqu'ici, l'évolution de la maladie n'a pas changé de caractères. Contrairement au cobaye, le

lapin se tuberculise. L'inoculation intravasculaire des cultures jeunes peut entraîner la mort en moins de quinze jours et déjà le foie et la rate sont farcis de tubercules.

» Les cultures isolées diffèrent des précédentes par une puissance végétative extraordinaire qui se maintient à 47°; le trouble du bouillon est beaucoup plus persistant.

» Voilà donc un deuxième groupe de pseudo-tuberculose ayant une autre origine. C'était primitivement un bacille aussi bien et même mieux caractérisé que le précédent comme bacille de Koch. Et cette deuxième série rappelle, à s'y méprendre, le type observé par Courmont au début. Il tuberculise rapidement le lapin: les cultures récentes ne donnent pas d'édification sur le cobaye. Mais cette forme semble très instable puisqu'avec des cultures de quatre jours, à 36°, nous avons tuberculisé également les cobayes et les lapins.

» Ces deux types de pseudo-tuberculose ont leur origine dans deux étapes distinctes et bien définies du cycle dont nous poursuivons l'étude. Entre les animaux qui les ont fournies, il n'y a jamais eu contact. Ajoutons que sur l'organisme le premier type (tiré de α) est assez polymorphe: que ses éléments groupés en amas peuvent rappeler des zooglées; que certains bacilles, allongés et repliés sur eux-mêmes avec leurs points de condensation, font penser aux streptocoques ou aux streptobacilles décrits par d'autres observateurs. Et nous serons conduits à nous demander si l'opinion à laquelle tendaient Malassez et Vignal, dans leur premier Mémoire de 1883, n'était pas fondée. La lacune à combler, c'est le retour à la forme typique Koch-Ehrlich, observée par ces deux auteurs.

» En tout cas, un polymorphisme aussi étendu nous porte à croire qu'avant la découverte de Koch des savants, comme Toussaint et Klebs, ont pu isoler certaines formes du même germe. D'autre part, nos études expérimentales, rapprochées des observations antérieures, nous laissent la conviction *que bien des cas de pseudo-tuberculose sont des tuberculoses vraies*, ayant pour agent l'une des nombreuses formes du bacille de Koch. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Les parasites du cancer et du sarcome* (*morphologie, repartition*). Note de M. **F.-J. Bosc**, présentée par M. Bouchard.

« Des arguments d'ordre clinique, étiologique et expérimental nous permettent de penser que les tumeurs malignes de l'homme, et en parti-

culier le *cancer* (épithéliome, carcinome) et le *sarcome,* ont une origine infectieuse.

» Existe-t-il, dans ces tumeurs, des corps qui se différencient des éléments propres de nos tissus et capables de jouer un rôle pathogène? Plusieurs auteurs ont décrit des formes qu'ils interprètent comme des parasites, mais elles sont très variables et actuellement considérées comme exclusives les unes des autres.

» Nous avons repris cette étude sur un nombre considérable d'épithéliomes, de carcinomes, de sarcomes, mais nous nous sommes gardé de nous baser uniquement, même pour la simple étude morphologique, sur l'examen de coupes histologiques plus ou moins altérées par les réactifs et aux données desquelles on peut toujours opposer des doutes. Toute tumeur a été examinée immédiatement, à *l'état frais.* L'examen comportait l'étude du suc cancéreux, du raclage de la surface fraîche de section recueilli en des points divers de la tumeur présentant une particularité : points jaunâtres, vermicelles, boyaux remplis de matière cancéreuse ramollie, contenu des kystes, etc. L'examen microscopique en a été fait directement, à une lumière vive, sans coloration d'abord, puis après coloration légère par divers réactifs : picro-carmin, thionine, bleu de Roux, safranine, biondi, liqueur d'Erlich diluée dans la glycérine. Nous avons pu parvenir à conserver des préparations fraîches ainsi préparées à la glycérine avec ou sans fixation préalable par l'acide osmique. Les observations faites sur les tissus frais ont été contrôlées sur des coupes histologiques très nombreuses de fragments très minces fixés dans le formol, le Flemming ou le sublimé à saturation dans l'eau et après des colorations sur lesquelles nous reviendrons plus tard.

» La synthèse des documents fournis par l'examen de très nombreuses tumeurs, et en particulier de trente-deux cas très étudiés, nous amène à cette conclusion qu'il existe dans ces tumeurs *des formations anormales étrangères à nos tissus* pouvant se grouper suivant *cinq types morphologiques :*

» 1° Formes *micrococciques* ou *microbiennes;* 2° *granulations;* 3° formes *cellulaires* de volume très variable, parmi lesquelles des formes *pseudopodiques;* 4° formes *enkystées;* 5° formes *sarcodiques.*

» 1° Les *formes micrococciques ou microbiennes* existent dans toutes les tumeurs que nous avons examinées. Elles y sont les plus abondantes et parfois en nombre tel que chaque cellule en contient une et même plusieurs, jusqu'à quatre, six. Leur volume peut ne pas dépasser celui du plus petit microcoque, ou atteindre celui d'un

gros staphylocoque. Il existe autour de chacune d'elles une petite zone hyaline très réfringente, ressemblant exactement à la capsule qui entoure certains microbes. Parfois une même capsule peut contenir deux petits éléments, de sorte que la figure représente, à s'y tromper, un diplocoque encapsulé. Ces formes microbiennes à l'état frais se colorent facilement, sauf la capsule, qui demeure incolore.

» 2° Les *granulations* ont le même aspect que les formes microbiennes, mais leur volume est plus considérable. Elles sont formées par une petite masse ronde, homogène, brillante, entourée d'une zone hyaline qui peut prendre un très grand développement. Elles sont extrêmement nombreuses.

» 3° Les *formes cellulaires*. Nous les nommons ainsi à cause de leur ressemblance morphologique avec un élément cellulaire. Elles peuvent présenter une structure très complexe. Les plus simples sont formées par une masse homogène nucléée, entourée de sa zone hyaline. D'autres présentent une zone granuleuse au centre ou sur les bords de la masse homogène précédente augmentée de volume; certaines ont un noyau vésiculeux nucléolé et une masse protoplasmique divisée en trois, quatre et cinq zones concentriques d'apparence et de réactions variables. On peut observer des divisions nucléaires dans la masse protoplasmique, des divisions de la masse elle-même en segments nucléés, des divisions en *rosace*, en *marguerite*, ou bien de véritables *morulas*. Les formes *pseudopodiques* sont remarquables par l'étirement de leur protoplasma en prolongements qui peuvent atteindre une grande longueur.

» 4° Les *formes enkystées* sont constatables à l'état frais et sur des coupes. On trouve des kystes parfaits bien isolés, avec leur paroi à double contour remplie de protoplasma granuleux à noyau nucléolé, ou à protoplasma rétracté au centre en forme de sphère. Le kyste peut renfermer deux, quatre, six spores volumineuses ou un grand nombre de microspores.

» Nous avons observé des spores contenant deux *sporozoïtes* (corps en croissant) à gros noyau, enserrant une masse granuleuse de reliquat.

» 5° *Formes sarcodiques*. Dans certaines tumeurs, surtout dans les sarcomes, nous avons trouvé des masses volumineuses de protoplasma à bords pseudopodiques et renfermant des corps qui avaient toute la structure de spores. Ces spores étaient en nombre variable et à des degrés divers de développement dans l'intérieur de la masse sarcodique.

» Toutes ces formes existent dans les épithéliomes, les carcinomes et les sarcomes. Cependant, *les sarcomes contiennent surtout des formes microbiennes et des granulations;* dans certains, même, on ne trouve que ces dernières formes. Ces formes sont isolées ou au nombre de 2, 3, 4 dans une même capsule, comme s'il se faisait un très énergique processus de division directe.

» Ces cinq types d'éléments ont leur *siège*, soit dans le protoplasma de la cellule cancéreuse, soit dans le noyau (rare), soit dans l'intérieur de cellules conjonctives et de *cellules géantes* typiques, pour lesquelles on ne pouvait pas invoquer la coexistence d'une lésion tuberculeuse. Ces élé-

ments peuvent exister *dans les mailles du tissu conjonctif;* c'est ce qui a lieu surtout pour les sarcomes et, dans ce dernier cas, la zone hyaline a des bords irréguliers, arrondis, tandis que, pour les parasitaires intracellulaires, cette zone a une forme géométriquement ronde ou ovale. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Remarques sur les appendices de Bloch chez les Siluroïdes du genre* Aspredo. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Émile Blanchard.

« Dans une collection de Poissons du Berbice river (Guyane anglaise), communiquée par le Musée de Leyde au laboratoire d'Ichtyologie du Muséum, se trouvait un exemplaire, en excellent état de conservation, d'un Siluroïde, l'*Aspredo tibicen* C. V., portant à la face ventrale ces appendices fungiformes observés par Bloch pour la première fois.

» M. Günther en faisant connaître un très beau spécimen d'une espèce voisine, l'*Aspredo batrachus* Linné, appartenant au British Museum, a émis l'hypothèse que ces singuliers organes ont pour but de protéger les œufs, lesquels seraient fixés à l'abdomen par suite d'une modification des couches superficielles de celui-ci, devenues spongieuses. L'examen de l'*Aspredo* du Musée de Leyde et de quelques autres spécimens appartenant à nos collections ne paraît pas favorable à cette manière de voir.

» On constate, en premier lieu, que le chapeau des appendices fungiformes, dans les exemplaires bien conservés, porte habituellement des débris membraneux qu'on reconnaît être des fragments de l'enveloppe des œufs, qui seraient donc fixés sur cet épatement et non entre les appendices.

» Ceux-ci, d'autre part, se développent d'abord sous la forme de cupules adhérentes à la peau, c'est-à-dire sessiles. Le pied cylindro-conique, allongé, ne se produit que plus tard. Enfin on trouve, à côté de ces cupules sessiles ou pédonculées, des tiges où l'épatement terminal est remplacé par un simple bouton sphérique très petit; elles représenteraient ces organes en voie de régression.

» L'étude histologique montre d'ailleurs que ces appendices sont une dépendance des téguments et en ont la constitution élémentaire, étant formés à leur partie centrale de fibres conjonctives, lesquelles se montrent d'autant plus serrées, d'autant plus intimement unies, qu'on se rapproche davantage de la surface libre recouverte par les éléments de l'épiderme, cette couche conjonctive représentant le derme.

» On est ainsi conduit à cette conclusion que les œufs se fixent au corps du parent en raison d'une faculté d'adhérence qui leur est propre, comme la chose a lieu, on le sait, chez bon nombre de Poissons. La chose est d'ailleurs mise hors de doute chez les Asprèdes par ce fait que les appendices de Bloch se rencontrent souvent sur la base du pédoncule caudal, sur les nageoires paires, ce qui ne peut évidemment s'expliquer dans l'hypothèse où la paroi abdominale modifiée serait cause efficiente de l'adhérence.

» L'œuf une fois fixé, les tissus sous-jacents se gonfleraient pour lui fournir la cupule d'abord sessile, plus tard pédonculée. A l'extrémité de l'appendice fungiforme restent, quelque temps après l'éclosion, les débris de la coquille; puis le chapeau se rétrécit en bouton, le pied lui-même se rétracte dans le tégument, qui reprend ainsi son aspect primitif.

» Ces observations montrent que ces appendices sont de véritables oophores et non simplement des appareils protecteurs de l'œuf; de plus, en ce qui concerne le fait, universellement admis, de leur existence temporaire, elles précisent la marche du phénomène, ce qui n'avait pu être indiqué jusqu'ici. Il serait désirable que des études, poursuivies sur les *Aspredo* vivants, fissent savoir si l'œuf éclôt sur les cupules encore sessiles, ce qui me paraît le plus probable, car c'était le cas pour beaucoup d'entre elles sur le sujet examiné, ou si le pédoncule peut se produire pendant l'évolution du petit, ce qui fixerait d'une manière plus certaine nos idées sur le mode de réintégration du tégument abdominal. »

ZOOLOGIE. — *Sur la place des Spongiaires dans la classification.* Note de M. Yves Delage, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les caractères sur lesquels on fonde la distinction des groupes zoologiques ne portent point en eux la marque de leur valeur taxonomique. Aussi, toutes les fois que la valeur des caractères distinctifs de deux groupes voisins se rapproche de la limite conventionnelle, trouve-t-on les zoologistes divisés en deux camps, l'un proposant la fusion dans le même groupe, l'autre admettant la séparation en deux groupes distincts : c'est ce qui arrive pour les Éponges par rapport aux Cœlentérés. On est d'accord à considérer les premières comme différant des seconds, en particulier par la possession de choanocytes et la privation de cnidoblastes; mais sont-ce là des caractères de classe ou d'embranchement? Chacun tranche la ques-

tion suivant son goût, et l'accord ne se fait point, parce qu'il n'y a et il ne saurait y avoir de raison péremptoire en faveur de la supériorité de l'une ou de l'autre opinion. Porter la question sur le terrain phylogénétique est une tentative louable dans ses intentions, mais vaine dans ses résultats, parce qu'on ne sait pas, et l'on ne saura peut-être jamais, comment était construit l'ancêtre commun et comment ses descendants ont dérivé de lui. Mais, si l'on venait à découvrir entre les Spongiaires et les Cœlentérés des ressemblances ou des différences extrêmement importantes, la question serait résolue, parce que, sans être mieux en état de définir la limite indéfinissable entre les caractères de classe et ceux d'embranchement, on saurait qu'on est sûrement en deçà ou au delà de cette limite, étant donnée la valeur accordée, d'un consentement unanime, à ces divisions conventionnelles. Or une différence ayant la valeur requise existe entre les Spongiaires et, non seulement les Cœlentérés, mais tous les autres animaux : elle réside dans leur développement.

» Toutes les Éponges présentent à l'état larvaire deux sortes de cellules [1] : des cellules petites, hautes, prismatiques, claires, flagellées, au moyen desquelles elles se meuvent, et des cellules grosses, arrondies, granuleuses, dépourvues de flagellum. Chez les Éponges calcaires, les premières s'invaginent dans les secondes et forment ces sortes d'estomacs intérieurs que l'on appelle les *corbeilles vibratiles*, tandis que les autres forment l'épiderme : aussi avait-on considéré celles-ci comme ectodermiques, celles-là comme endodermiques. Chez les Siliceuses, au contraire, les plus nombreuses de beaucoup, on pensait que ces deux catégories de cellules, qui se retrouvent avec les mêmes caractères, se comportaient d'une manière exactement inverse, formant, les premières l'épiderme, les secondes les corbeilles.

» Dans des recherches publiées de 1890 à 1892, j'ai montré que cette différence n'était pas réelle, que l'on s'était mépris en ce qui concerne les Siliceuses, que chez elles comme chez les Calcaires, les cellules flagellées s'enfoncent dans le corps pour former les corbeilles, tandis que les granuleuses se portent vers la surface pour former l'épiderme et le revêtement des canaux. Ces faits, acceuillis d'abord avec incrédulité, ont été, l'un après

(1) Il existe une petite exception, celle des *Oscarella* où il n'y a point de cellules granuleuses. Mais ce n'est pas là un fait contradictoire : c'est un cas de non-différenciation des feuillets de la larve, la différenciation se faisant plus tard sous l'influence de la situation réciproque des couches après la fixation.

l'autre, confirmés par les embryogénistes et, sauf des divergences de détail qui n'ont point d'influence sur la question actuelle, sont aujourd'hui admis sans conteste et devenus classiques.

» Je n'ai point, à l'époque où je les ai fait connaître, tiré leur conclusion naturelle, parce qu'il existait un groupe d'Éponges, les *Ascetta*, qui, présentant un développement inverse, imposaient une certaine prudence dans la généralisation. Mais un zoologiste anglais, M. Minchin, a récemment entrepris leur étude et, avec une rare perfection de preuves, a montré qu'on s'était trompé aussi au sujet des *Ascetta*, et que ces Éponges entrent dans la règle que j'ai établie pour les Siliceuses.

» Il est permis aujourd'hui de tirer la conclusion de ces travaux.

» Il n'est pas discutable que la couche des cellules flagellées ne soit l'équivalent morphologique du feuillet ectodermique de tous les autres animaux. On l'a de tout temps considéré comme ectodermique chez les Siliceuses (¹). Si l'on ignorait le développement des éponges et que l'on présentât aux embryogénistes les larves de ces animaux en les priant de nommer les feuillets et de prédire leur évolution, *il n'en est pas un* qui ne dirait que les cellules flagellées sont l'ectoderme, que les granuleuses sont l'endoderme, et que celles-ci vont s'invaginer dans celles-là.

» L'homologation des feuillets larvaires est donc incontestable et il en résulte que *chez les Spongiaires, seuls parmi tous les êtres, l'invagination normale des feuillets est renversée, l'endoderme se portant à la surface pour former l'épiderme, et l'ectoderme s'enfonçant à l'intérieur pour former les cavités digestives*.

» C'est là, certes, une différence assez grande pour constituer un caractère d'embranchement. Je propose donc d'élever les Spongiaires au rang d'embranchement, en les opposant sous le nom d'*Enantioderma* (ἐναντίος, inverse) aux *Cœlenterata*, sinon même, sous celui d'*Enantiozoa*, à tous les autres animaux, *Protozoa*, *Mesozoa*, *Metazoa*, dont les feuillets, quand ils existent, s'invaginent dans le sens normal.

» Il y aurait bien des choses à ajouter pour éclaircir certains points et réfuter d'avance les objections possibles; mais ce qui précède me semble

---

(¹) Si, chez les Calcaires, on en a jugé autrement, c'est parce que, sachant que les cellules flagellées s'invaginent et croyant que c'était l'inverse chez les Siliceuses, on préférait, par une bien fausse appréciation des exigences scientifiques, croire que l'ectoderme s'était déguisé en endoderme et l'endoderme en ectoderme, plutôt que d'admettre un renversement dans le sens de l'invagination normale.

suffisamment légitimer mes conclusions et je réserve ce qui reste à dire pour un travail ultérieur. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence des rayons X sur la germination.* Note de MM. **Maldiney** et **Thouvenin** [1], présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons soumis aux rayons X un certain nombre de graines, appartenant aux espèces suivantes : *Convolvulus arvensis, Lepidium sativum* et *Panicum miliaceum.*

» Dans chaque expérience, les graines étaient placées sur une bande de tricot de laine, recouverte d'une légère couche de terre maintenue constamment humide; entre le tube producteur des rayons X et les graines sur lesquelles devaient agir ces rayons, était interposée, pour détruire l'influence du champ électrique, une mince lame d'aluminium en communication avec le sol. En outre, pour que les graines témoins fussent exactement dans les mêmes conditions que les autres, sauf l'action des rayons X, elles ont été placées sur le même support au-dessous de la lame d'aluminium, mais soustraites à l'influence des rayons X au moyen d'une épaisse lame de plomb qui les protégeait entièrement. Ces dernières graines se trouvaient donc placées, autant que possible, dans les conditions normales de la végétation.

» Dans chacune des expériences, il y a eu trois graines soumises aux rayons X et trois graines témoins.

» Toutes les expériences ont été faites avec un tube de la maison Chabaud; l'intensité du courant était égale, en moyenne, à 8 ampères; le tube était éloigné des graines de $0^m,08$.

» Expérience I. — *Liseron.* — Les graines ont été mises en expérience le 1er septembre à 10^h du matin et exposées chaque jour, pendant une heure au moins, aux rayons X : le 3 septembre à 8^h du matin, elles avaient germé, et le 7 seulement apparaissaient les germes des graines témoins.

» Expérience II. — *Cresson alénois.* — Expérience commencée le 11 novembre à 3^h du soir, une heure de rayons X ; le 12, trois heures ; le 13, une heure : ce jour, à 4^h

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'Université de Besançon. Pour plus de détails, voir la *Revue générale de Botanique,* dirigée par M. Gaston Bonnier, t. X, 1898.

du soir, les graines montrent leurs germes, et il faut attendre jusqu'au 17 novembre pour que les graines témoins germent à leur tour.

» Dans deux autres expériences commencées le 3 décembre avec des graines de Millet et de Liseron, les graines de Millet exposées aux rayons X commencent à germer, deux graines le 9 et la troisième le 10 décembre ; les graines de Liseron ont germé le 19.

» Les graines témoins de Millet n'ont germé que le 21 décembre, et celles de Liseron le 24 n'accusaient encore qu'un très léger gonflement.

» On pourrait peut-être nous objecter que les rayons X ont produit une élévation de température dans la terre soumise à leur action, et qu'alors il est tout naturel que les graines semées dans cette terre aient germé avant les graines témoins.

» Mais il n'en est rien : des expériences ayant été faites au moyen d'une paire d'aiguilles thermo-électriques reliées à un galvanomètre Thomson très sensible, aucune différence appréciable de température n'a pu être constatée entre la terre exposée pendant deux heures aux rayons X et celle qui ne l'était pas.

» Il semble donc qu'on peut conclure que les rayons X *hâtent la germination*, tout au moins pour les graines de Liseron, Cresson alénois et Millet.

» En outre, comme les jeunes plantules, au sortir de la graine, offraient la coloration jaune pâle habituelle, on peut en déduire que les rayons X paraissent sans influence pour hâter la formation de la chlorophylle des plantules en germination. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La mélanose des mandarines.* Note de M. TRABUT, présentée par M. Guignard.

« Les mandarines sont souvent attaquées par la larve de la mouche *Ceratitis hispanica;* mais elles présentent aussi une lésion qui a pu être confondue avec la piqûre de cet insecte. Cette lésion est caractérisée par une tache noire à l'extérieur, tache qui forme une dépression irrégulière due à l'atrophie des glandes.

» Quand on enlève la peau ainsi malade, on trouve à la face interne une tache verdâtre, qui s'étend sur le dos des tranches correspondantes; cette tache a l'apparence du *Penicillum glaucum*. Les tranches ainsi tachées ont un goût très désagréable. Depuis longtemps j'avais noté cette altération; mais ce n'est que récemment que j'ai pu trouver le parasite bien caractérisé.

» En dépouillant une mandarine tachée, j'ai découvert, à la loupe, des pycnides noires d'un *Septoria* au milieu des taches verdâtres. Ce *Septoria* est évidemment la cause du mal : il détermine la tache verte, pénètre dans le tissu aqueux de la tranche, y fait fermenter le sucre et l'acide citrique et produit le mauvais goût signalé, qui est une altération du parfum spécial à ce fruit.

» Ce *Septoria*, que je désignerai sous le nom de *S. glaucescens*, mérite une étude sérieuse, car il cause dans nos orangeries de vrais dégâts. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherche et dosage rapides du manganèse dans les plantes et les terres végétales par une méthode colorimétrique.* Note de M. P. Pichard. (Extrait.)

« Lorsque la terre renferme des quantités notables de manganèse, la fusion avec le carbonate alcalin donne une coloration verdâtre, caractéristique, et que confirme la couleur rosée qui se manifeste par l'addition seule d'acide nitrique.

» *Recherche du manganèse dans les terres végétales.* — La terre, séchée et pulvérisée finement, est incinérée, au rouge sombre, dans une petite capsule de platine, puis calcinée avec du carbonate de soude ou de potasse desséché et pulvérisé. On opère sur $0^{gr},5$ ou 1^{gr} de terre, suivant que la coloration est plus ou moins foncée après l'incinération; on mélange intimement 2 parties de carbonate alcalin. On détache la masse vitreuse ou opaque qui s'est produite, en ajoutant un peu d'eau acidulée d'acide azotique. On introduit le tout dans un tube d'essai; on ajoute $0^{gr},5$ environ de minium ou de bioxyde puce de plomb. On verse 4^{cc} d'eau, puis 2^{cc} d'acide azotique pur. On chauffe à l'ébullition, sur une lampe à alcool, de manière à réduire le volume liquide à moitié. On laisse déposer les matières insolubles. La liqueur qui surnage est rosée, si la terre renferme des traces de manganèse.

» *Recherche du manganèse dans les matières organiques.* — La matière organique est desséchée, puis moulue finement, incinérée, calcinée avec le carbonate alcalin et traitée comme il a été dit pour la terre végétale. L'incinération doit se faire à une température peu élevée, pour éviter la fusion des cendres qui rendrait l'opération plus longue. Quelques décigrammes de cendres suffiront pour l'essai. La calcination avec le carbonate alcalin se fera au rouge vif.

» *Dosage du manganèse.* — Le principe consiste à transformer le manganèse en permanganate dissous dans un liquide qu'il colore en rose, et à comparer la teinte de la liqueur avec celle d'une liqueur type renfermant un poids connu de manganèse. Les liquides sont placés dans des tubes ou éprouvettes graduées, de même calibre, et additionnés d'eau distillée jusqu'à égalité de teintes. »

GÉOLOGIE. — *Sur le poudingue de l'Amône dans le val Ferret suisse.* Note de MM. L. **Duparc** et F. **Pearce**, présentée par M. Fouqué.

« Parmi les formations sédimentaires qui, dans le val Ferret suisse, sont plaquées contre les parois abruptes de porphyres quartzifères qui flanquent la protogine, on trouve un poudingue curieux déjà vu et cité par Favre [1] et Gerlach [2], et dont nous-mêmes avons fait récemment une étude détaillée.

» Ce conglomérat paraît être absolument sporadique. Nous ne l'avons rencontré qu'à l'Amône et à la Maya; cependant, il n'est pas impossible qu'il soit plus étendu, mais alors supprimé par étirement.

» A la Maya, la position stratigraphique de ce poudingue est facile à établir par une coupe faite dans les ravins creusés dans le revêtement sédimentaire par les torrents qui descendent du glacier du mont Dolent. Il repose directement sur les porphyres, et il est surmonté par des schistes argileux noirs, qui ne font, généralement, pas effervescence avec l'acide chlorhydrique. Ces derniers sont un horizon très constant de la bordure sédimentaire du val Ferret; on y a, paraît-il, trouvé des Bélemnites [3]; en tous cas, ils sont absolument semblables à ceux décrits par M. Ritter [4] comme étant à la base du Lias. En d'autres endroits, les mêmes schistes reposent sur des quartzites triasiques.

» A l'Amône, le conglomérat, de faible épaisseur, repose également sur le porphyre; on en trouve de nombreux blocs dans les éboulis. En place, on ne peut guère le voir qu'en lambeaux dans le voisinage des galeries qui desservaient jadis les anciennes mines de pyrite. A l'endroit même où on l'observe, il supporte des calcaires spathiques et pyriteux, dans lesquels Greppin a trouvé une faune bajocienne; mais il est vraisemblable que les

---

(1) Favre, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc*, Vol. III.

(2) Gerlach, *Das Sudwestliche Wallis. Beiträge zur geologischen Karte der Schweitz*, 9e livraison.

(3) Graeff, *Geologische und petrographische Studien in der Mont-Blanc Gruppe* (*Berichte der Naturforschenden Gesellschaft;* Freiburg i. B., Vol. IX).

(4) Ritter, *La bordure sud-ouest du mont Blanc* (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, n° 60, t. IX; 1897).

schistes noirs de la Maya sont ici localement supprimés. En effet, on trouve des débris de ces mêmes schistes dans les éboulis, et ceux-ci paraissent provenir d'un point inaccessible situé plus haut dans la paroi; ces schistes supporteraient alors les calcaires spathiques à Échinodermes.

» Le conglomérat renferme en abondance des galets parfaitement arrondis, dont la grosseur peut atteindre celle de la tête. Les roches qui forment ces galets appartiennent aux différents types suivants :

» 1° Des porphyres quartzifères (microgranulites, micropegmatites, porphyres globulaires) identiques à ceux que l'on trouve en place dans les parois qui dominent le val Ferret;

» 2° Des protogines et des granulites, plus rares déjà, ayant tous les caractères des mêmes roches en place du versant sud-est du massif du mont Blanc;

» 3° Des amphibolites feldspathisées (pseudosyénites, pseudodiorites), parfaitement semblables à celles que l'on trouve encore aujourd'hui en place et dans les éboulis des parois de la Maya et des Six Nieirs;

» 4° Des cailloux calcaires.

» Le ciment, qui fait corps intime avec les cailloux, se montre, sous le microscope, formé d'une quantité de très petits galets de porphyre, de plages minuscules de granit et de grains arrondis de quartz et de feldspath; le tout aggloméré par des grains de calcite et par des plages de fluorine. Ce dernier minéral présente parfois de jolies sections carrées à clivages octaédriques, et renferme de nombreuses inclusions. Cette fluorine a été mise en évidence par la méthode de Becke; en utilisant des contacts favorables avec des grains de quartz, l'indice en a été trouvé toujours inférieur à n_p du quartz. Le fluor a été d'ailleurs mis en évidence par les méthodes analytiques ordinaires.

» A notre avis, ce conglomérat doit être rapporté à l'Infralias; nous ne l'avons jamais vu, il est vrai, reposer sur le Trias, mais nous savons qu'il est nettement inférieur aux schistes noirs que l'on considère comme la base du Lias. Ce poudingue nous paraît comparable aux grès singuliers du col du Bonhomme et aux conglomérats qui les accompagnent. Or, l'âge infraliasique de ces derniers a été établi par des fossiles, comme aussi par leur position stratigraphique entre le Trias supérieur et les schistes du Lias inférieur. C'est probablement aussi à la même époque qu'il faut rattacher le conglomérat sporadique de la montagne de la Saxe, intercalé lui aussi entre le Trias et le Lias, et qui renferme également des cailloux de granit associés à des fragments de calcaires dolomitiques.

» Il résulterait de ces considérations qu'à l'époque de l'Infralias le relief du massif du mont Blanc était assez accusé pour permettre la formation de dépôts côtiers, qui lui ont emprunté leurs éléments. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation d'anhydrite par calcination du gypse à haute température.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une récente Communication ([1]), j'ai montré que le gypse, chauffé à une température relativement basse, se transforme, en perdant son eau, en un sulfate anhydre de calcium, différant de l'*anhydrite* par ses propriétés cristallographiques et physiques. Dans quelques expériences, effectuées en commençant la déshydratation vers 80° C. et en chauffant ensuite lentement jusqu'à 125°, j'avais obtenu en outre de petites quantités d'un produit hexagonal. De nouvelles expériences, en cours d'exécution, montrent que ce sulfate hexagonal est, lui aussi, anhydre; il se forme encore en même temps que le sulfate triclinique quand on porte immédiatement le gypse à une température de 255° C. et il est alors plus abondant que dans les expériences précédentes, mais je n'ai pu arriver à le préparer seul et à déterminer exactement les conditions de sa formation.

» J'ai cherché à transformer ces deux nouveaux sulfates en anhydrite. Au rouge naissant, ils ne se modifient pas; mais, à partir du rouge cerise, les lames de clivages du gypse déshydraté deviennent moins mates, elles se gondolent et se mettent en poudre cristalline sous la pression du doigt ou par immersion dans l'eau. L'examen d'une lame mince fait voir que le produit a subi un changement d'état : il est entièrement transformé en *anhydrite;* mais, à l'inverse de ce qui s'observe avec les sulfates précédents, cette anhydrite n'est pas orientée sur le gypse primitif : elle constitue une mosaïque de grains xénomorphes, sur lesquels il est facile d'étudier toutes les propriétés optiques caractéristiques de ce minéral.

» Quand le chauffage a eu lieu à l'aide d'une trompe, et que la température a été poussée au voisinage de la température de fusion de l'anhydrite, sans l'atteindre toutefois, le gypse primitif conserve sa forme, les grains d'anhydrite qui le constituent sont de grande taille et riches en inclusions gazeuses; celles-ci sont d'ordinaire disposées parallèlement à l'axe vertical

([1]) *Comptes rendus,* 24 janvier 1898.

du gypse [trace du clivage h^1(100)], quelle que soit du reste l'orientation des cristaux d'anhydrite qui les renferment.

» Enfin, si la température est portée plus haut, l'anhydrite fond et recristallise en grandes lames ([1]), même par un rapide refroidissement.

» L'anhydrite étant relativement peu soluble dans l'eau, on comprend maintenant pourquoi le plâtre cuit à température trop élevée ne fait prise qu'avec une extrême lenteur ou même ne fait pas prise du tout.

» Quand on place dans l'eau un cristal du gypse transformé en sulfate anhydre triclinique, celui-ci s'hydrate rapidement. Le gypse ainsi formé est cristallisé sous forme de petites aiguilles dont l'allongement est parfois parallèle à l'axe vertical du cristal de gypse primitif : il se présente aussi en groupements sphérolitiques. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye.* Note de MM. **W. Kilian** et **E. Haug**, présentée par M. Michel Lévy.

« Nous avons établi, dans une série de Notes ([2]), l'existence de masses de recouvrement dans une partie du bassin de la haute Durance et, en particulier, dans les montagnes qui avoisinent l'Ubaye.

» L'étude de ces lambeaux, qui reposent sur un *substratum* plissé et qui forment, des environs du col de Pelouze, limitrophe des Alpes-Maritimes, à la montagne de Piolit, près de Gap ([3]), en passant par les Siolanes et le Morgon, une suite grandiose de massifs *exotiques*, nous a conduits à distinguer, parmi eux, les témoins de *plusieurs nappes* charriées distinctes et de faciès différent.

([1]) La barytine ($BaSO^4$) et la célestite ($SrSO^4$) recristallisent de la même façon avec grande facilité.

([2]) *Comptes rendus Soc. de Stat. de l'Isère*, 14 novembre 1892. — *Comptes rendus*, 31 décembre 1894. — *Esquisse de la structure géologique des environs de Barcelonnette* (*Basses-Alpes*) (*Annales de l'Université de Grenoble*, 1895). — *Comptes rendus Collab. Serv. Carte géol. de France*, n° 33, p. 122 (1893-94). — *Comptes rendus Collab. Serv. Carte géol. de France*, n° 53, p. 175 (1896). — *Notice géologique sur la vallée de Barcelonnette* [in *Notices sur la haute vallée de l'Ubaye* (avec une Carte schématique) publiées par la Soc. botanique de France, 1897].

([3]) Haug, *Excursion géologique dans la haute vallée du Drac* (*Comptes rendus Séances Soc. géol. de France*, 5 novembre 1894).

» Il nous a été possible de rattacher l'une d'elles, la nappe inférieure de l'Ubaye, à une bande anticlinale qui, de Jausiers au col de Famouras, représente, un peu en arrière des lambeaux de recouvrement, la racine d'une partie de ces lambeaux.

» Mais les plus importantes des masses exotiques, celles de l'Olan, des Siolanes, du Morgon, par exemple, constituant la nappe supérieure de l'Ubaye et caractérisées par le faciès spécial qui affecte le Malm (calcaires blancs récifaux, passant à des calcaires roses bréchoïdes et amygdalaires identiques au *marbre de Guillestre*), ainsi que le Nummulitique (calcaires et grès à *Numm. perforata*), ne peuvent être raisonnablement considérées comme émanées des anticlinaux voisins, et, depuis longtemps déjà, nous avons reconnu leur origine plus lointaine.

» Frappés, d'une part, de l'étrange et profonde dissemblance qu'offrent les terrains constituant ces masses charriées avec les couches de même âge qui forment leur soubassement, et guidés, d'autre part, par la présence du faciès bréchoïde à teinte rosée dans certaines parties de ces lambeaux de recouvrement [Siolanes, Revel (passage de la brèche rose aux calcaires blancs [1]), Chabrières], nous avons fait porter cette année nos recherches sur la région de Montdauphin-Guillestre, où les calcaires roses amygdalaires du Jurassique supérieur forment des affleurements encore *in situ*, bien connus et décrits par Ch. Lory.

» Notre but était de retrouver dans ces parages l'origine de la nappe supérieure de recouvrement de l'Ubaye, dont les fragments de charnières, observables en plusieurs points (notamment à l'Olan), semblent indiquer qu'elle provient du nord-est.

» Cette étude nous a montré que les plis de la bordure orientale du Pelvoux se continuent au sud-ouest de Ville-Vallouise par Freyssinières, Champcella et Réotier, en se *déversant* vers l'ouest-sud-ouest, au point de fournir en avant d'eux des lambeaux de recouvrement (col de Tramouillon) sur le front desquels le Flysch présente des contournements (la Vautisse 3162^{m}). Ces mêmes plis, jalonnés par des bandes anticlinales de terrain houiller et de quartzites et déviant vers le sud-est, franchissent la Durance près du Plan-de-Phazy (noyau anticlinal granitique), toujours déversés vers l'Embrunais; puis ils se poursuivent sous forme de minces lames anticlinales, disparaissant parfois au milieu des puissants empilements isoclinaux du Flysch, entre la Durance et l'Ubayette. Le faciès du

---

(1) Voir W. Kilian, *Comptes rendus*, 21 octobre 1889.

Jurassique supérieur, *calcaires* roses amygdalaires, avec *noyaux de calcaire récifal*, celui du Lias (brèche à rognons de silex) rappellent en maint endroit de cette contrée le faciès des masses exotiques de l'Ubaye (Siolane ronde); toutefois nulle part les grandes masses de calcaires récifaux du Malm et les couches à grandes Nummulites n'ont pu être observées jusqu'à présent. Les anticlinaux de Champcella-Réotier font partie d'un faisceau de plis déversés vers l'ouest, qui comprend également les épais dépôts de Flysch, de Saint-Clément et de Châteauroux, au milieu desquels se montre encore, près de ce dernier village, une lame anticlinale étirée de calcaires triasiques.

» Les plis est-ouest signalés sur le bord méridional du massif du Pelvoux par M. Termier jusque dans le voisinage de Dourmillouze, viennent probablement s'infléchir vers le sud-sud-ouest, parallèlement aux précédents (le massif du Pelvoux se terminant en amygdaloïde, ainsi que l'a indiqué notre confrère), puis se couchent, eux aussi, vers le sud-ouest.

» C'est au faisceau ainsi formé, et à sa continuation vers le sud-est, que nous attribuons la nappe supérieure de charriage de l'Ubaye; l'étude de ce faisceau présente une très grande importance, car c'est à lui seul que peuvent être rapportées les grandes masses exotiques, et cela pour les raisons suivantes :

» *a*. Les plis situés immédiatement à l'est (environs de Guillestre, Escreins, Serenne, Meyronnes) sont déversés *vers l'Italie* et n'ont pu, par conséquent, fournir des masses charriées vers le sud et le sud-ouest, c'est-à-dire *en arrière d'eux*;

» *b*. Les masses exotiques en question ne peuvent être venues de l'ouest, du sud-ouest ou du sud, le faciès des dépôts en place étant *absolument* différent dans ces directions à une grande distance;

» *c*. Il existe, il est vrai, dans les environs de Nice, des calcaires blancs jurassiques et des couches à grandes Nummulites, fort analogues à celles de nos masses exotiques, mais l'éloignement de cette région et la structure des contrées intermédiaires ([1]) suffisent pour écarter l'hypothèse d'un rapport tectonique quelconque entre les recouvrements de l'Ubaye et les formations du littoral.

» Il est donc très probable que la nappe supérieure de recouvrement de l'Ubaye provient bien des anticlinaux appartenant au faisceau de Réotier, et actuellement laminés au milieu du Flysch qui continue cette zone vers

([1]) Décrites récemment en détail par M. L. Bertrand.

Tournoux, Larche et l'Italie. Une suite de dépôts récifaux pendant la période du Malm, un petit géosynclinal à grandes Nummulites pendant l'Éocène, puis de puissants dépôts de Flysch auraient caractérisé cette zone aujourd'hui fortement réduite en largeur par l'acuité des phénomènes de plissement qui lui ont donné sa structure isoclinale. Quant à l'étendue du recouvrement elle devait dépasser 30^{km}.

» En arrière du faisceau de Réotier, une ligne passant par St Crépin, Guillestre, Ste Marie-de-Vars, St Paul et Larche, jalonne un synclinal de part et d'autre duquel le déversement des plis a lieu en sens inverse. Cette ligne n'est pas, ainsi que l'un de nous l'a déjà montré (1), la continuation de l'axe de l'éventail houiller de la Savoie, qu'elle relaye, pour ainsi dire, au point de vue de la symétrie, car cet axe passe par le haut de la vallée de Névache, le col de Granon, Briançon, et laisse à l'ouest le massif de Pierre-Eyraut pour se diriger vers les massifs de Béal-Traversier et de la Purfande, c'est-à-dire bien à l'est du synclinal de Guillestre. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

« Un peu en amont de Fribourg (Suisse), au sommet d'un des nombreux méandres de la Sarine, on a construit, de 1870 à 1872, un barrage et créé une chute d'eau dont la force est aujourd'hui exploitée par une usine électrique : c'est le barrage de la Maigrange. On a creusé à la même époque, à travers le promontoire de mollasse qui formait la rive convexe du méandre, un canal de décharge, long de plus de 100^m, très légèrement incliné, et qui se termine par une chute de 9^m. Ce canal est relativement étroit par rapport à la surface du réservoir; les eaux y atteignent souvent la hauteur de 1^m; lors de la crue exceptionnelle du 3 octobre 1888, elles se sont élevées au-dessus de 4^m. Enfin ce canal, dont l'ouverture est de 55^m, va se rétrécissant et n'a que 28^m dans sa partie centrale; on comprend aisément qu'il s'y produise de très nombreux tourbillons.

» Or la mollasse du fond, homogène et tendre, est admirablement faite pour subir toutes les actions d'érosion et de corrosion (2). Au mois

(1) W. Kilian, *Notes sur l'histoire et la structure des chaînes alpines de la Maurienne, etc.* (*Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, tome XIX, p. 646; 1891-1892).

(2) En ce qui concerne les actions d'érosion et de corrosion fluviales, j'adopte la

de novembre 1897, une sécheresse exceptionnelle ayant mis à découvert le fond du canal durant une semaine, j'ai pu en étudier de près toutes les formes, qui ont exigé, pour leur formation, le maximum d'un quart de siècle.

» *Écailles*. — Dans la partie supérieure droite, j'ai constaté de grandes écailles demi-circulaires, où les feuillets des couches de la mollasse ont été relevés par l'eau de telle manière qu'ils paraissent indiquer une forte inclinaison des couches; en réalité, tandis que les strates ont en cet endroit un plongement est-ouest d'ailleurs très léger, les feuillets des rebords des écailles se trouvent soulevés indistinctement dans toutes les directions : ces formes sont en relation directe avec les courants circulaires que dessinent les eaux, lorsque, dans la partie large du canal, elles vont battre contre la paroi de l'île, pour pénétrer dans la partie plus resserrée du couloir.

» La plus grande de ces écailles est formée de deux écailles qui se font suite et qui se tiennent sur une longueur de $3^m,10$; le rayon de la plus petite a $1^m,05$; celui de la plus grande, $1^m,30$. Entre la partie supérieure du rebord et le centre, la différence de niveau est de $0^m,12$; entre la partie supérieure du rebord et son pied, elle est de $0^m,095$.

» *Marmites*. — Le fond du lit, surtout au delà du resserrement, est semé de marmites fluviales : j'en ai vidé, mesuré, étudié et photographié un grand nombre. Je résumerai seulement ici mes remarques.

» Les parois ne sont pas verticales; le bord supérieur de la cavité surplombe ordinairement. L'exemple le plus frappant est celui de deux marmites qui, en s'approfondissant, se sont rejointes, le vestige de l'ancienne cloison ne subsistant qu'à la partie supérieure sous la forme d'une langue de mollasse de $0^m,15$ de longueur. Rien ne met mieux en évidence le fait suivant : si l'eau est la cause de ces formations, elle n'est pas elle-même l'instrument d'érosion; elle *corrode* à l'aide de la mitraille de galets et de sables qu'elle transporte, et son action, si forte sur toutes les parties avec lesquelles les matériaux sont en contact, est très lente ou insignifiante sur les bords supérieurs.

» Les fonds des marmites affectent deux formes principales, reconnues et décrites par G.-K. Gilbert, dès 1875 (*Wheeler's Report*, p. 73) : le fond des unes est tout simplement concave; les autres se terminent par une

distinction qu'établit A. Penck (*Morphologie der Erdoberfläche*, t. I, p. 311 et suiv.; Stuttgart, 1894).

saillie de forme conique, entourée par une dépression annulaire : dans ce dernier cas, les différents points qui marquent le fond de la dépression ne sont jamais sur un même plan horizontal : la courbe est spiraliforme. Or ces deux types n'en forment qu'un seul et répondent à deux stades de la formation :

» *a*. Lorqu'une marmite se termine par un petit cône surbaissé, elle doit être regardée comme inachevée : le tourbillon s'est arrêté en plein travail, interrompu qu'il a été, soit par une baisse rapide des eaux, soit par une invasion trop rapide de galets ou de sables qui l'a brusquement paralysé. Tant qu'une marmite est en formation, on reconnait sur le fond les effets des spirales du tourbillon.

» *b*. Lorsqu'une marmite se termine par un fond concave, c'est qu'elle est achevée ou près de l'être. Une marmite s'achève parce que, le tourbillon demeurant constant, le rayon de giration se réduit de plus en plus avec la profondeur, et parce qu'il arrive un moment où la force centrifuge à l'extrémité inférieure est annihilée : ce moment, d'ailleurs, est souvent hâté par l'accumulation progressive des matériaux dans la marmite, qui meurt ainsi de pléthore et qui ne peut rentrer dans la période d'activité que sous l'action d'un tourbillon plus vigoureux.

» Cette reprise de l'activité n'est d'ailleurs pas un cas exceptionnel, et j'en ai constaté des exemples caractéristiques. Dans l'un d'eux, le premier stade avait donné une marmite qui s'était arrêtée au point où le mouvement giratoire était contrarié par la présence d'un caillou de la mollasse ; le deuxième étage a été créé par un second tourbillon, nettement distinct du premier, et de rayon beaucoup plus court.

» Ainsi, dans bien des cas, la marmite adulte paraît s'être formée non en une seule fois, mais par intermittences, en rapport avec les variations de l'activité des tourbillons.

» Quelle que soit cette activité, il y a une limite d'action que les tourbillons ne dépassent pas, de même que l'action érosive des cours d'eau sur le fond a comme limite leur profil d'équilibre.

» La forme-limite perd de plus en plus ces traits distinctifs du premier âge, que la mollasse de la Sarine, tendre et plastique, révèle avec une netteté exceptionnelle : la forme vieille est cylindrique comme un sac et le fond est d'une concavité qui se rapproche plus ou moins de l'horizontalité : bref, les vestiges spiraliformes s'oblitèrent de plus en plus : c'est pourquoi dans les régions où ces phénomènes sont de très ancienne date, spéciale-

ment là où ils remontent à la période de la grande extension des glaciers, la forme oblitérée ou vieillie est prédominante.

» De toutes les marmites du canal de décharge, la plus grande est elliptique et a les dimensions suivantes : diamètres SE-NW = $0^m,535$ et NE-SW = $0^m,742$; profondeur = $1^m,21$. Dans une échelle à poissons voisine, aujourd'hui en partie démolie, et qui avait été achevée seulement en 1880, j'ai mesuré une marmite en forme de sac étroit, de 1^m de diamètre et où la distance de l'orifice à la partie supérieure du remplissage de galets était de $3^m,27$.

» La présente Communication est surtout déterminée par une double considération : 1° il est rare que le lit d'un rapide, ayant des dimensions et un débit analogues à ceux du canal de décharge de la Maigrange, et d'autre part établi sur une roche aussi modelable que la mollasse marine, puisse être commodément étudié; 2° il est rare qu'on puisse attribuer à des phénomènes naturels de cet ordre un âge exact et indiscutable. »

M. L. Mayou adresse une Note relative à la grande pyramide d'Égypte, considérée comme ayant été, à son origine, un monument géodésique.

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Faye.)

M. d'Ocagne adresse une nouvelle Note intitulée : « Application aux équations à trois et à quatre variables, de la méthode nomographique la plus générale, résultant de la position relative de deux plans superposés. »

M. P. Valerio adresse une Note « Sur la loi des erreurs d'observation. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Méthodes;* par M. **Berthelot**.

« 1. J'ai fait de nouvelles expériences sur les actions chimiques de l'effluve électrique, et en particulier sur la fixation de l'azote par les composés organiques, questions également intéressantes au point de vue de la Chimie pure et de la Physiologie végétale. Ces expériences font suite à celles que j'ai publiées à plusieurs reprises, depuis quarante années, sur les mêmes sujets, et qui se trouvent résumées dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 362-400 : expériences qui m'ont conduit à la découverte de la synthèse totale de l'acétylène, de l'acide cyanhydrique, de l'acide persulfurique et congénères, ainsi qu'à celle de la fixation incessante de l'azote libre de l'air, par l'électricité atmosphérique, sur les principes immédiats des végétaux dans leur état naturel.

» Les nouvelles expériences que je vais publier ont pour objet d'approfondir les mécanismes généraux et les conditions spéciales d'exercice des réactions de l'effluve. Leurs applications à la Chimie proprement dite et à celle des êtres vivants constituent une méthode aussi étendue que celle des réactions pyrogénées : il y a là tout un monde de combinaisons, tout un domaine, singulièrement fertile à exploiter.

» Je me suis proposé d'étudier méthodiquement la fixation électrique de l'azote, celles de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone et, plus généralement, les transformations des principes organiques isolés, ainsi que leurs actions réciproques.

» Mes expériences sont complètes, dès à présent, sur plus de cent vingt systèmes. Elles m'ont déjà occupé depuis un temps considérable et leur poursuite exigera sans doute un temps plus long encore : je ne saurais même prétendre à épuiser un sujet aussi vaste, mais je tâche d'y définir certaines directions, en vue des recherches de l'avenir.

» Ainsi j'ai étudié les principes typiques des fonctions fondamentales : carbures d'hydrogène, alcools et dérivés éthérés, aldéhydes, acides, amides, alcalis et composés azoïques; j'ai envisagé spécialement les corps isomères et homologues.

» J'ai opéré, toutes les fois que la chose a été possible, sur des systèmes entièrement gazeux, ou susceptibles de prendre cet état dans le cours de l'expérience; de façon à définir, d'une manière exacte, les proportions des éléments dans les produits transformés. Je me suis attaché surtout à établir *la limite des transformations*, dans des conditions de temps et d'intensité bien définies.

» 2. Donnons d'abord quelques brefs renseignements sur le dispositif des expériences. Elles consistent à placer les corps destinés à subir la réaction, dans l'état isolé ou mélangés, au sein d'un espace étroit, annulaire ou de toute autre forme, de façon à leur faire jouer le rôle de diélectriques, incessamment traversés par les décharges d'un appareil à haute tension, tel qu'une bobine d'induction.

» J'ai employé, dans la plupart des cas, un appareil de Ruhmkorff, muni d'une bouteille de Leyde, jouant le rôle de condensateur extérieur, et d'un interrupteur Marcel Deprez, produisant plusieurs centaines d'interruptions par seconde. Les décharges sont alternatives. L'appareil est alimenté par une batterie de 5 accumulateurs, développant une tension de 12 volts en moyenne et donnant lieu, dans les conditions de ces expériences, à un débit de 2 ampères environ, débit soutenu pendant vingt-

quatre heures consécutives. La longueur des étincelles de la bobine, munie de son condensateur extérieur, et fonctionnant avec l'interrupteur défini plus haut, était de 12^{mm} à 15^{mm} environ. La durée complète a été de vingt-quatre heures; mais, dans chaque expérience et à diverses reprises, j'ai examiné les produits intermédiaires.

» Les substances influencées étaient placées, en général, dans l'espace annulaire qui sépare deux tubes concentriques de verre, distants de 1^{mm} environ : j'ai décrit et figuré plus d'une fois ces appareils (¹); certains sont entrés dans la pratique courante des laboratoires. J'ai également mis en œuvre des piles de plateaux et capsules minces de verre, cylindriques et à fond plat, superposés, lesquels renfermaient des liquides ou des solides et étaient garnis, à leur face inférieure, de feuilles métalliques, mises en communication soit avec les pôles d'une pile de plusieurs centaines d'éléments Leclanché, soit avec ceux d'une bobine d'induction : de façon à constituer des champs électriques, à charge fixe et de sens constant dans le cas de la pile, à charge incessamment variable et de sens alternatif dans le cas de la bobine. Les plateaux et capsules sont empilés au sein de grandes conserves de verre, où l'on peut, à volonté, faire le vide; ou bien faire pénétrer à demeure, ou bien encore faire circuler, soit un gaz, soit un mélange de gaz déterminés.

» 3. Les réactions que j'ai étudiées ont été exercées entre gaz, liquides et solides. L'action réciproque des gaz est le cas type, ainsi qu'il a été dit plus haut. On y ramène le cas d'un liquide agissant sur un gaz, lorsque ce liquide possède une tension de vapeur considérable à la température ordinaire, comme dans le cas de l'éther diéthylique agissant sur l'azote, par exemple. Pour les cas où la tension est trop faible pour permettre des mesures de volume rigoureuses de la vapeur, je pèse le liquide dans une très petite ampoule, contenant, par exemple, 50^{mgr} ou 60^{mgr} du composé, et j'écrase l'ampoule au sein du gaz, pris sous un volume connu, dans la région supérieure, entre les deux tubes concentriques de l'appareil à effluve.

» Si le liquide offre une tension de vapeur très faible ou nulle (les huiles grasses, par exemple), on peut encore réaliser des essais qualitatifs; mais il est difficile, sinon presque impossible, d'atteindre la limite des réactions,

(¹) Ozonateurs et appareils indépendants de la cuve à mercure : *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 367, 373. — Tubes-éprouvettes, pour opérer avec des volumes gazeux connus sur la cuve à mercure, *Annales de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. X, p. 79; 1877, etc.

à cause de l'imperfection des contacts; les liquides étant amenés à s'écouler jusqu'au bas des éprouvettes, à la surface du mercure, là où les actions diélectriques ne s'exercent plus guère.

» *A fortiori*, en est-il de même pour les systèmes hétérogènes formés par un gaz et un solide, dont la surface seule subit les réactions. Il existe à cet égard de grandes différences entre les solides durs et compacts, tels que les sels cristallisés et certaines résines vitreuses, les solides feuilletés et clivables aisément, et les solides plastiques, tels que le camphre et les résines molles; la durée des réactions se trouvant modifiée par des conditions de contact purement physiques, indépendamment de la vitesse du phénomène chimique et moléculaire proprement dit.

» Quant aux dissolutions aqueuses, alcooliques, ou autres, elles se prêtent mal aux réactions d'effluve : d'une part, à cause de l'imperfection du contact entre le corps dissous et le gaz qui surmonte la dissolution, et, d'autre part, à cause de l'intervention propre du dissolvant : par exemple, lorsque l'eau préexiste, ou prend naissance durant la réaction de l'azote sur un composé organique, cette eau est susceptible de produire, pour son propre compte, de l'azotite d'ammoniaque, conformément à une réaction que j'ai étudiée autrefois (¹) :

$$Az^2 + 2H^2O = AzO^2.AzH^4;$$

je l'ai observée à plusieurs reprises, comme action secondaire, dans le cours des présentes expériences.

» 4. L'emploi exclusif des liquides sans gaz, comme diélectriques, dans les réactions chimiques, répond à des conditions fort différentes : je signalerai dans une Note spéciale quelques essais que j'ai faits sur ce sujet. Quant aux solides sans gaz, soit en couche uniforme, obtenue par fusion, soit disséminés au sein d'un espace vide, l'étude de leurs réactions soulève des problèmes divers que je n'ai pas encore abordés.

5. La succession des actions exercées sur un système donné de corps, simples ou composés, réclame une attention particulière. En effet, il est rare, surtout avec les composés organiques, que la même action chimique se développe du commencement à la fin d'une expérience. Le plus souvent les phénomènes changent de nature, et cela à plusieurs reprises, par suite des actions secondaires exercées sur les composés formés tout d'abord.

» La vitesse relative de chacune des actions, tant primitives que secon-

---

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 376.

daires, joue ici un rôle essentiel, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à l'équilibre final; lequel s'établit d'ailleurs entre les gaz qui subsistent et les produits non volatils, liquides ou solides, qui se sont condensés à la surface intérieure des tubes concentriques.

» Entrons dans quelques détails, afin de préciser cette notion essentielle. Lescarbures d'hydrogène et les composés peu oxygénés, fournissent d'abord un peu d'acétylène; mais ce gaz disparaît ensuite, par l'effet de condensations, combinaisons et métamorphoses consécutives. Les composés très hydrogénés, tels que le formène, mis en présence de l'azote, fournissent au début du gaz ammoniac, qui disparaît plus tard. L'oxyde de carbone, l'acide carbonique, fournis d'abord par les composés très oxygénés, sont résorbés ultérieurement. De même, le formène. Par suite de ces circonstances, il arrive fréquemment qu'un système soumis à l'action de l'effluve dégage pendant les premières heures un volume de gaz considérable; volume qui diminue ensuite, par l'effet des reactions des produits formés tout d'abord, soit entre eux, soit avec les substances primitives. Je citerai, par exemple, l'expérience que voici, exécutée avec l'aldéhyde, C^2H^4O liquide, mise en présence de l'azote gazeux; le volume de l'azote étant de $13^{cc},9$.

» I. Après quelques heures d'effluve : analyse faite sur une fraction, mais calculée pour la totalité.

» II. Réaction continuée vingt-quatre heures sur le surplus de ces gaz (un peu plus de moitié), demeurés en présence du produit condensé. Analyse rapportée par le calcul au volume initial.

» I. 64^{cc} (total).

$$CH^4 = 11^{cc},5\ (^1); \qquad H^2 = 7^{cc},3; \qquad CO = 15^{cc},2;$$
$$CO^2 = 11^{cc},5; \qquad \text{vapeur}: C^2H^4O = 5^{cc},1\ (^2); \qquad Az^2 = 13^{cc},4.$$

» II. $8^{cc},6$, total (chiffre final).

$$H^2 = 7,3; \qquad Az^2 = 1,3.$$

» Ainsi l'aldéhyde s'est décomposé au début en produits gazeux, sans absorber sensiblement d'azote ($0^{cc},5$ seulement). Puis le formène, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique se sont condensés, sans que l'hydrogène ait continué à varier, tandis que l'azote était absorbé.

---

(1) Traces C^2H^2.

(2) Tension affaiblie, en raison de l'action des produits condensés.

» Dans d'autres cas, tels que celui du propylène, le gaz se condense d'abord en produits polymères liquides, lesquels dégagent de l'hydrogène par une action plus prolongée.

» 6. La vitesse des réactions, et même leur nature, sont fonctions de l'intensité des décharges électriques. Aussi, pour arriver à des résultats nets et comparables entre eux, est-il nécessaire d'éviter la production des étincelles intérieures, susceptibles de développer des actions pyrogénées proprement dites, et même d'éviter ces pluies de feu intenses, qui précèdent le développement des étincelles.

» 7. Dans les conditions définies plus haut, l'équilibre final est déterminé par la formation de composés à molécule condensée, solides ou résineux, mauvais conducteurs de l'électricité et peu susceptibles de mobilité relative. Quand le composé initial est faiblement hydrogéné, tous les gaz peuvent demeurer absorbés; tandis que s'il est plus riche en hydrogène, une portion plus ou moins notable de ce dernier devient libre. Les choses se passent ici comme dans la réaction de l'effluve sur les hydrures minéraux : hydrogène sulfuré, sélénié, phosphoré, arsénié, etc., d'après mes anciennes expériences ([1]) : un hydrure condensé et solide demeurant fixé à la surface du verre, dans toutes ces réactions, tandis que l'excès d'hydrogène se dégage.

» Ainsi, l'hydrogène étant envisagé dans les hydrures de métalloïdes : carbone, soufre, sélénium, phosphore, etc., comme jouant le rôle d'élément électropositif, tend à devenir libre; tandis que l'élément antagoniste s'accumule au sein d'une molécule de plus en plus condensée.

» Une accumulation semblable de l'élément électronégatif s'observe d'ailleurs lors de la formation, sous l'influence de l'effluve, des acides persulfurique, perazotique ([2]), percarbonique ([3]), iodique et de l'ozone lui-même. Ce sont là des phénomènes fondamentaux, dans les actions chimiques provoquées par l'effluve électrique.

» 8. Lorsque l'effluve agit sur des composés organiques ternaires, les effets sont plus complexes. Ainsi, dans le cas des composés riches en oxygène, il se forme d'abord de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique et de l'eau, composés susceptibles d'exercer certaines actions réciproques, dont j'ai fait une étude spéciale.

» Quant aux composés azotés, la plupart d'entre eux absorbent l'azote,

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 377.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXII, p. 432.

([3]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, p. 144.

en formant des composés plus azotés; cependant il en est quelques-uns qui, en raison de leur richesse en azote ou de leur constitution azoïque, sont susceptibles de dégager de l'azote.

» En général, l'azote fixé sous l'influence prolongée de l'effluve paraît l'être à l'effet de dérivé ammoniacal, c'est-à-dire amidé ou aminé, spécialement de polyamine. Je n'ai jamais observé de dérivé azoïque ou nitrosé, ou nitré, ou hydrazinique. Il n'apparaît pas davantage d'acide cyanhydrique libre, ou de cyanhydrate d'ammoniaque ou d'autre base; ce qui contraste avec la formation de l'acide cyanhydrique par l'action de l'étincelle.

» 9. Tels sont les résultats généraux que j'ai observés en étudiant les réactions de l'effluve. Ils se résument en un double mouvement : l'un de décomposition des principes mis en expérience tendant à séparer l'hydrogène et les composés binaires les plus simples; l'autre de condensation ou polymérisation, avec formation de composés complexes de l'ordre le plus élevé.

» Il est digne de remarque que ce double mouvement se retrouve également au début des actions pyrogénées; pourvu que les produits soient soustraits, par un refroidissement brusque, aux décompositions totales qui résultent de l'action prolongée des hautes températures (1). A un point de vue non moins général, peut-être est-il permis de rapprocher les actions de l'effluve des transformations chimiques accomplies dans le cours de la nutrition et de l'évolution des êtres vivants; transformations pendant lesquelles les combinaisons venues du dehors, à titre d'aliments, tendent à se résoudre d'abord en principes plus simples, qui se recombinent aussitôt pour constituer les principes immédiats, nécessaires à l'entretien de la vie.

» L'action chimique de l'effluve électrique mérite, à cet égard, une attention toute particulière; surtout si l'on tient compte des phénomènes et courants électriques développés incessamment dans les tissus des animaux vivants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques exercées par l'effluve électrique sur les composés organiques. — Systèmes gazeux. — Carbures d'hydrogène et azote;* par M. **Berthelot**.

« J'ai étudié les carbures gazeux les plus simples, types de tous les autres, tels que le formène et l'hydrure d'éthylène, types des carbures

(1) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 380 et 381.

saturés, C^nH^{2n+2}; l'éthylène et le propylène, types des carbures incomplets du premier ordre, C^nH^{2n}; l'acétylène et l'allylène, type des carbures incomplets du second ordre, C^nH^{2n-2}. J'y ai joint le triméthylène, qui présente le cas d'isomérie le plus simple connu parmi les gaz. Je rappellerai que j'ai déjà étudié la benzine, type des carbures cycliques, c'est-à-dire à saturation relative. Je vais exposer les résultats obtenus par l'action propre de l'effluve sur ces carbures, envisagés isolément, et sur leur mélange avec l'azote libre.

I. — Formène, CH^4.

» (1). *Formène* pur. — Vingt-quatre heures d'effluve.

Gaz initial.........	$CH^4 = 100^{vol}$	Gaz final........	$H^2 = 105^{vol},2$
			$CH^4 = 4^{vol},4$

» Le formène a perdu la moitié de son hydrogène et même un peu plus, sa décomposition étant presque accomplie.

» Rapports exacts des éléments condensés : $C^8H^{14,4}$, ou $C^{10}H^{18}$.

» Dans mes anciennes expériences (1877), le formène avait formé un carbure à odeur d'essence de térébenthine; tandis que le térébenthène avait fixé l'hydrogène dans les rapports $C^{10}H^{16} + H^{2,5}$ (1), en se polymérisant.

» Au début, le formène produit un peu d'acétylène, qui disparaît ensuite en se condensant.

» (2). *Formène et azote.* — Vingt-quatre heures : $CH^4 + Az^2$, vol. égaux.

Gaz initial : $CH^4 = 100$ vol.	Gaz final : $H^2 = 115,7$
	$CH^4 = 3,4$
	Az absorbé $= 25,9$

» Rapports des éléments condensés :

$$C^2H^3Az \quad \text{ou} \quad C^2H(AzH^2)''.$$

» On peut regarder ce produit comme une tétramine $C^8H^{12}Az^4$, se rattachant au précédent carbure C^8H^{14}; lequel dérive du formène, c'est-à-dire des résidus CH et CH^2 de ce dernier.

» Ce produit est solide et bleuit le papier de tournesol humide. Il a la formule d'une acétylénamine polymérisée : on connaît, en effet, quelques dérivés appartenant à ce type (voir Beilstein).

(1) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 379 et 382.

II. — HYDRURE D'ÉTHYLÈNE (*éthane*) : C^2H^6.

» (1). *Hydrure d'éthylène pur :* C^2H^6. — Vingt-quatre heures.

Gaz initial : $C^2H^6 = 100$ vol. Gaz final : H^2 107,8
$CH^4 =$ 0,7 (ou $C^2H^6 = 0,35$)

» Le carbure a perdu un tiers de son hydrogène, et même un peu plus.

» Rapports exacts des éléments condensés :

$$C^2H^{3,66} \quad \text{ou} \quad C^8H^{14,6} \quad \text{ou} \quad C^{10}H^{18}.$$

Ce sont les mêmes rapports sensiblement que pour le formène; quoique le produit ne semble pas identique. L'odeur rappelle également celle de l'essence de térébenthine et celle de certaines huiles dites de *vin*, obtenues par l'action de l'acide sulfurique sur les composés éthyliques.

» (2). *Hydrure d'éthylène et azote.* — Vingt-quatre heures : $C^2H^6 + Az^2$, vol. égaux.

Gaz initial : $C^2H^6 = 100$ vol. Gaz final : $H^2 = 98,2$
$CH^4 = 3,0$
Az absorbé $= 26,5$

» Rapports exacts des éléments condensés :

$$C^2H^{3.96}Az^{0.530}.$$

» Le produit est analogue au dérivé du formène.

» Le carbure a perdu, comme plus haut, son excès d'hydrogène, par rapport à l'éthylène, et même un peu plus.

» Ces rapports répondent à $C^{16}H^{32}Az^4$ ou $[C^8H^{12}(AzH^2)^2]''$, tétramine dérivée du carbure C^8H^{14}; ou plutôt, comme ce carbure lui-même, de la soudure de résidus C^2H^3 et C^2H^5, dérivés de l'éthylène.

» On remarquera que le rapport du carbone à l'azote, dans le dérivé de l'hydrure d'éthylène, est la moitié seulement du rapport observé pour le dérivé du formène; ce qui s'accorde avec l'origine de ces deux dérivés, comme avec la différence de constitution des carbures condensés générateurs C^8H^{14}.

III. — ÉTHYLÈNE : C^2H^4.

» (1). *Éthylène pur,* C^2H^4. — Le gaz pur diminue rapidement sous l'influence de l'effluve, en formant d'abord un liquide, déjà observé par

P. Thenard et par moi-même ([1]). En même temps prennent naissance un peu d'acétylène et d'hydrure d'éthylène. En prolongeant l'action vingt-quatre heures :

Gaz initial........	100 volumes.	Gaz final....... ..	$H^2 = 25,15$
		»	$C^2H^6 = 4,35$

» Il ne restait pas d'acétylène.

» Il en résulte pour les produits condensés les rapports $C^2H^{3,4}$, rapports voisins de $(C^8H^{14})^n$; ce sont les mêmes sensiblement que pour C^2H^6. Dans mes anciens essais, j'avais trouvé $C^{10}H^{16,6}$, très voisin de C^8H^{14}.

» (2). *Éthylène et azote* (vingt-quatre heures) : $C^2H^4 + Az^2$. — Volumes égaux.

Gaz initial...... ...	$C^2H^4 = 100$	Gaz final.....	$H^2 = 28,6$
		»	$C^2H^6 = 0,4$
		Az absorbé........	27,8

» Ni acétylène, ni gaz ammoniac sensible. Produit condensé semblable aux précédents, alcalin et doué de même d'une odeur qui rappelle le cacao grillé et certains dérivés de la xanthine.

» Rapports des éléments condensés : $C^{16}H^{32}Az^4$; les mêmes sensiblement que pour l'hydrure d'éthylène.

» Le volume de l'azote fixé est sensiblement égal à celui de l'hydrogène éliminé.

IV. — Acétylène : C^2H^2.

» (1). *Acétylène*, C^2H^2. — Ce gaz pur, soumis à l'action de l'effluve, se condense avec une grande rapidité, en donnant naissance à des produits d'abord liquides ([2]), puis solides, que j'ai examinés à diverses reprises ([3]). Leur décomposition par la chaleur est explosive : ce qui atteste le caractère endothermique de ces polymères ; elle développe, entre autres, du styrolène. Ces produits absorbent rapidement l'oxygène de l'air.

» Cette prompte condensation de l'acétylène s'opère en laissant seulement 2 centièmes d'un gaz, constitué par 1,8 d'hydrogène; 0,8 d'éthylène et 0,08 de C^2H^6.

» (2). *Acétylène et azote:* $C^2H^2 + Az^2$, à volumes égaux. — Condensa-

---

([1]) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 379.

([2]) Signalés par P. Thénard.

([3]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e sér., t. X, p. 67; 1877.

tion rapide de l'acétylène, comme s'il était libre. Mais si l'on maintient les produits en contact avec l'azote, ce gaz est absorbé en proportion sensible. 100 volumes de C^2H^2 ont absorbé, après vingt-quatre heures, 11,4 volumes d'azote. Il ne reste pas d'hydrogène sensible, ni de carbure gazeux.

» Rapports des éléments dans le produit condensé

$$C^{18}H^{18}Az^2 \quad \text{ou} \quad C^{16}H^{16}Az^2.$$

» La première formule est la même que pour le dérivé azoté de la benzine (¹). En tout cas, ce dérivé de l'acétylène est très différent des dérivés de l'éthylène et de son hydrure.

V. — Propylène : C^3H^6.

» (1) *Propylène*, C^3H^6 pur. Préparé avec l'iodure d'allyle et le mercure.

» Le carbure se condense rapidement en un liquide. Au bout de peu d'heures, la limite est atteinte. Cependant, j'ai cru devoir prolonger l'action, pour rendre les résultats comparatifs avec ceux fournis par les autres carbures.

» Dans ces conditions, le volume gazeux, qui avait d'abord diminué, éprouve ensuite une augmentation sensible. En définitive, j'ai obtenu :

Gaz initial.	100^{vol}	Gaz final.	$H^2 = 34,2$
			$CH^4 \quad 0,7$

» Rapport des éléments condensés : $C^3H^{5,3}$, soit $C^{15}H^{26}$: rapports fort voisins d'un polymère de l'allyle $(C^3H^5)^n$ et également voisins de la composition centésimale des carbures condensés qui dérivent du formène et de l'éthylène.

» La limite pondérale de stabilité est donc à peu près la même pour les trois séries, sous l'influence de l'effluve.

» (2) *Propylène et azote :* $C^3H^6 + Az^2$; 24^h; volumes égaux. — Première réaction rapide, qui répond sans doute à la condensation du carbure, suivie de l'absorption plus lente de l'azote. A la fin, ni acétylène, ni gaz ammoniac; résine blanchâtre à réaction alcaline, de même odeur

(¹) Ce dernier répondrait à un dérivé complexe de l'hydrure C^6H^8 et de la benzine C^6H^6, tel que

$$C^6H^5 - C^6H^4 \quad C^6H^5(AzH^2)^2$$

(*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ sér., t. XI, p. 36).

que le dérivé éthylénique.

Gaz initial........	C^3H^6 100^{v}	Gaz final............	$H^2 = 17,8$
		Azote absorbé.......	39,5

» Rapports des éléments condensés $C^3H^{5,65}Az^{0,8}$.

» Le rapport du carbone à l'hydrogène est à peu près le même que pour le propylène, sauf un excès sensible d'hydrogène. Le volume de l'azote absorbé est à peu près double de celui de l'hydrogène dégagé. Ces rapports répondent aux suivants, en nombres entiers :

$$C^{15}H^{28}Az^4 \quad \text{ou} \quad C^{15}H^{20}(AzH^2)^4,$$

tétramine qui se rattacherait à un carbure $C^{15}H^{24}$, résultant de la soudure de résidus C^3H^7 et C^3H^5, dérivés du propylène et de l'allylène.

VI. — Triméthylène : C^3H^6.

» Il existe deux carbures de la formule C^3H^6, le propylène normal et le triméthylène, dont l'existence a donné lieu à diverses théories : les unes le rattachent à la série cyclique, dont il n'offre, cependant, aucun des caractères chimiques ou physiques. Je préfère l'envisager comme le représentant d'une isomérie remarquable, l'isomérie dynamique, en raison de l'excès d'énergie emmagasinée lors de sa formation; excès que constate la détermination de sa chaleur de formation [1]. L'étude de l'action de l'effluve sur ces deux isomères et sur leur mélange avec l'azote offre dès lors un intérêt particulier, indépendamment même de la comparaison de la série propylique avec la série éthylique.

» (1). *Triméthylène :* C^3H^6; 24^h. — Réaction sensiblement plus lente qu'avec le propylène, avec formation d'un liquide analogue :

Gaz initial........	100 volumes.	Gaz final........	$H^2 = 37,3$
		»	$CH^4 = 1,5$

» Ce sont à peu près les mêmes chiffres que pour le propylène.

» Rapport des éléments condensés : $C^3H^{5,25}$; sensiblement le même, répondant à $C^{15}H^{26}$. Il semble donc que le polymère électrique soit identique ou isomérique pour le propylène et pour le triméthylène.

» (2). *Triméthylène et azote :* $C^3H^6 + Az^2$; 24^h, vol. égaux. — Au bout de

---

[1] *Thermochimie. Données et lois numériques*, t. I, p. 279 et 480.

trois heures, le volume a diminué de moitié; sans doute par l'effet de la condensation du carbure. Puis succède une action plus lente, répondant à l'absorption de l'azote :

Gaz initial...	C^3H^6 = 100 volumes.	Gaz final.......	H^2 = 41,4
		»	CH^4 = 1,6
		Azote absorbé...	38,6

» Le dégagement de l'hydrogène est le même sensiblement qu'avec le triméthylène pur, et le volume de l'azote absorbé à peu près égal à celui de l'hydrogène dégagé.

» Rapports exacts des éléments condensés : $C^3H^{5,15}Az^{0,8}$;

» Soit en nombres entiers : $C^{15}H^{26}Az^4$ ou $C^{15}H^{18}(AzH^2)^2$.

» Ces rapports sont les mêmes que ceux observés avec le propylène ; sauf pour l'hydrogène, la dose éliminée, cet élément étant double, comme s'il y avait un résidu C^3H^5 de plus, à la place de C^3H^7, dans la constitution de la tétramine.

VII. Allylène : C^3H^4.

» (1). *Allylène* pur C^3H^4 (dérivé de l'acétone chlorhydrique). — Ce gaz se condense rapidement sous l'influence de l'effluve ; il a laissé seulement 3,0 centièmes d'hydrogène pur, quantité qui répond à $\frac{1}{16}$ H. Le produit possède une odeur empyreumatique de fumée, tenace, âcre et pénétrante, fort distincte de celle du mésitylène. Il n'est guère volatil à la température ordinaire. Ces rapports seraient voisins de $(C^{15}H^{19})^2$.

» (2). *Allylène* et *Azote:* $C^2H^4 + Az^8$, 24^h; à volumes égaux. — 100 volumes de C^3H^4 ne laissent ni hydrogène, ni carbure, ni gaz ammoniac sensibles.

Az absorbé.. 17,8

» Rapports des éléments dans le produit condensé, $C^3H^4Az^{0,38}$ voisins de $C^{15}H^{20}Az^2$.

» On remarquera que le volume de l'azote absorbé par l'allylène est moitié plus faible que pour le propylène et le triméthylène. Il en est de même, ainsi qu'il a été dit, du dérivé azoté de l'acétylène, comparé avec celui de l'éthylène.

— —

» En résumé, sous l'influence de l'effluve :

» 1° Les carbures acétyléniques, C^nH^{2n-2}, se changent en polymères condensés, sans perte notable d'hydrogène.

» 2° Les carbures éthyléniques, C^nH^{2n}, se polymérisent aussi, mais en perdant une dose d'hydrogène répondant à une fraction d'équivalent par molécule de carbure; c'est-à-dire qu'il se forme des dérivés $(C^nH^{2n})^m - H^2$, *m* étant égal à 4 ou 5 (ou multiple) : ce qui rapproche ces derniers de la composition centésimale des camphènes. Ils représentent sans doute des carbures cycliques.

» 3° Les carbures forméniques, C^nH^{2n+2}, perdent en plus 2 atomes d'hydrogène par molécule; en formant des dérivés qui semblent identiques avec ceux des carbures éthyléniques, dont les carbures forméniques représentent les hydrures.

» 4° Tous les carbures étudiés fixent de l'azote, en formant des composés alcalins de l'ordre des polyamines, probablement cycliques.

» 5° Ces polyamines semblent : des tétramines, avec les carbures éthyléniques et forméniques; des diamines, avec les carbures acétyléniques.

» Elles dérivent de l'association de l'azote et des carbures polymérisés, d'ordinaire avec perte d'hydrogène, sous l'influence de l'effluve. En raison de cette perte d'hydrogène, les polyamines peuvent être envisagées comme des composés cycliques, résultant de l'association du groupement amide, AzH^2, avec les résidus du carbure initial générateur; par exemple avec un résidu C.CH, dans le cas du formène,

$$CH^4 \quad \text{engendrant} \quad (C.CH.AzH^2)^n;$$

avec les résidus C^2H^3, dans le cas de l'hydrure d'éthylène et de l'éthylène,

$$C^2H^6 \text{ et } C^2H^4 \quad \text{engendrant} \quad [(C^2H^3.C^2H^3.AzH^2)^2]^n = C^{16}H^{32}Az^2;$$

avec le résidu C^3H^4, dans le cas du propylène,

$$C^3H^6 \quad \text{engendrant} \quad (C^3H^4)^5(AzH^2)^4 = C^{15}H^{28}Az^4$$

et C^3H^3, C^3H^4 dans le cas du triméthylène,

$$C^3H^6 \quad \text{engendrant} \quad (C^3H^4)^3(C^3H^3)^2(AzH^2)^4 = C^{15}H^{26}Az^4.$$

» Les polyamines formées au moyen de l'acétylène et de l'allylène se rattachent à des types cycliques analogues, mais dans lesquels une diminution plus forte des capacités de saturation du carbone et de l'azote aboutit à des composés où la dose relative de l'azote, comparée à la formule des générateurs, est moitié moins élevée que dans les précédents. Soit, pour

le cas de l'acétylène,

$$C^2H^2 \quad \text{engendre} \quad [(C^2H^2)^3C^2.AzH^2]^2;$$

pour le cas de l'allylène,

$$C^3H^4 \quad \text{engendre} \quad C^3H^4(C^3H^3)^4(AzH^2)^2.$$

» C'est ici le lieu de déclarer nettement que les formules précédentes sont purement empiriques, et destinées seulement à rendre compte des rapports observés dans la condensation des éléments, les produits étant susceptibles de représenter des mélanges. Mais la constitution de ces produits ne comprend ni cyanhydrates, ni dérivés azoïques ou hydraziniques, ainsi qu'il a été dit plus haut et qu'il est établi par l'étude spéciale des réactions des composés organiques appartenant à ces dernières catégories. On comprendra dès lors que je n'essaye pas de transformer de semblables symboles en formules dites rationnelles et systématiques, aujourd'hui prématurées.

» Quoi qu'il en soit, je le répète, il y a là toute une famille de composés nouveaux, très riches en azote, remarquables par leur origine, leur formation directe au moyen de l'azote libre et les mécanismes électriques de leur synthèse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés de la cinchonine.* Note de M. E. Grimaux.

« MM. Kœnigs et Comstock ont fait connaître, en 1885, l'existence d'un corps obtenu en traitant par le brome le produit brut de l'oxydation de la cinchonine et lui ont attribué la formule $C^9H^{15}Br^2AzO, \frac{1}{2}H^2O$.

» En 1892 j'ai repris, avec l'aide de M. M. Gerber, l'étude de ce corps, dont la formule me paraissait douteuse, et j'en ai préparé plusieurs dérivés qui m'ont amené à attribuer au corps de Kœnigs et Comstock la formule $C^9H^{14}BrAzO^2$, HBr, et le point de fusion 244°-245°, Parmi ces dérivés, j'ai isolé un composé non bromé $C^9H^{14}(OH)AzO^2, H^2O$, un dérivé nitrosé, un produit d'hydrogénation que j'avais isolé à l'état de dérivé acétylé, fusible à 112°,5-113°; ce dérivé acétylé présentait, par sa composition et ses propriétés, de grandes ressemblances avec l'acétyl-cincholeupone de M. Skraup. Je me suis, à cette époque, adressé à celui-ci, qui a eu la grande obligeance de m'envoyer un échantillon d'acétyl-cincholeupone, et j'ai pu ainsi constater que le corps que j'avais découvert en était différent.

» Voulant alors compléter ces résultats par de nouvelles analyses, j'en fus empêché par le manque de matière première et par le départ de mon collaborateur, M. Gerber. J'eus tort néanmoins de ne pas publier alors les résultats que j'avais obtenus.

» Occupé d'autres travaux, j'ai repris ces recherches seulement l'an passé, et je les avais complètement terminées, quand je m'aperçus que M. Kœnigs était arrivé au même résultat dès 1894. Aussi n'avais-je pas l'intention de faire connaître mes recherches, mais M. Friedel m'a fait remarquer qu'il n'était pas inutile, dans cet ordre de recherches si difficiles, d'apporter une confirmation aux résultats obtenus par M. Kœnigs, d'autant plus que je suis arrivé aux mêmes conclusions que lui par des voies toutes différentes, et que j'ai eu l'occasion d'isoler quelques espèces chimiques nouvelles.

» Mais il est bien entendu que, pour élucider la nature du corps bromé de MM. Kœnigs et Comstock, la priorité appartient tout entière à M. Kœnigs.

» M. Kœnigs, en 1894, a isolé des produits d'oxydation de la cinchonine, le *mézoquinène* $C^9H^{14}AzO^2$, et l'a transformé par l'action du brome en un dérivé $C^9H^{11}BrAzO^2,HBr$ dont il a montré l'identité avec le corps qu'il avait isolé, en 1885, en collaboration avec Comstock, et représenté alors par la formule $C^9H^{15}Br^2AzO,\frac{1}{2}H^2O$.

» C'est par une voie toute différente que je suis arrivé à des résultats semblables. Je suis parti du corps bromé et, par hydrogénation, j'ai obtenu un corps que j'ai isolé à l'état de dérivé acétylé. Les corps que j'ai obtenus sont donc des dérivés du mézoquinène; c'est comme tels que je les décrirai.

» Le point de départ de mes recherches a été le corps bromé obtenu, suivant les indications de Kœnigs et Comstock, en traitant par le brome le produit d'oxydation brut de la cinchonine ou de la quinine. J'ai constaté par les analyses et les dédoublements qu'il renfermait $C^9H^{14}BrAzO^2,HBr$. Il s'obtient à l'état de pureté, en aiguilles dures et brillantes, par des cristallisations dans cinq parties d'eau bouillante.

» Ce corps, *bromhydrate de bromo-mézoquinène* de Kœnigs, présente une réaction acide. Par l'action de l'azotate d'argent à froid, il ne perd qu'un atome de brome ([1]).

	Trouvé.			Calculé.
[1]) Brome pour 100.........	24,27	24,49	24,32	24,31

» Traité par l'acide picrique ou le picrate de potasse, il remplace un seul groupe HBr par l'acide picrique et fournit un picrate de bromomézoquinène $C^9H^{14}BrAzO^2, C^6H^3(AzO^2)^3OH$ (1).

» Ce picrate s'obtient facilement en prenant 3gr,30 de bromhydrate, 2gr,50 d'acide picrique, et une quantité de potasse dissoute dans l'eau, suffisante pour saturer tout l'acide picrique. On porte à l'ébullition; par refroidissement le picrate de bromomézoquinène se sépare en beaux cristaux jaunes, formés de lamelles peu solubles dans l'eau froide, solubles dans 80 parties d'eau bouillante, fusibles à 203°-204°. Il ne perd pas d'eau dans le vide sec; il ne précipite pas par l'azotate d'argent.

» Le bromhydrate $C^9H^{14}BrAzO^2, HBr$ donne aussi un dérivé nitrosé; pour préparer celui-ci, on dissout le bromhydrate dans 40 parties d'eau, on ajoute une molécule d'azotite de sodium et une molécule d'acide bromhydrique en solution concentrée. Au bout de vingt-quatre heures, le dérivé nitrosé $C^9H^{13}BrAzO^2, AzO$ se sépare en cristaux nacrés, fusibles à 87°,5-88° (2).

» Chauffé avec de la potasse concentrée au bain-marie, le bromhydrate de bromomézoquinène se dissout; par le refroidissement on obtient un dépôt de cristaux en paillettes nacrées; ce corps précipite à froid par l'azotate d'argent; il n'est pas encore fondu à 230°, et plus fortement chauffé, il se détruit; calciné sur la lame de platine, il donne un charbon volumineux, mélangé de bromure de potassium. Le dosage du brome et celui du potassium conduisent à une formule représentant une combinaison de bromomézoquinène et de bromure de potassium

$$C^9H^{14}BrAzO^2, KBr \text{ (3)}.$$

(1) Le dosage du brome a donné :

	Trouvé.			Calculé.
Br pour 100	16,41	16,78	16,35	16,73

(2)	Trouvé.	Calculé.
Brome	28,85	28,87

(3)	Trouvé.	Calculé.
Brome	44,37	43,58
Potassium	10,94	10,62

» *Acétyl-mézoquinène.* — Ce corps a été obtenu par réduction du bromhydrate de bromomézoquinène. La réduction a été opérée en chauffant au bain-marie, pendant vingt-quatre heures, 5^{gr} de bromhydrate avec 100^{cc} d'eau et 2^{gr} de poudre de zinc; on a éliminé le zinc en solution par l'hydrogène sulfuré et l'acide bromhydrique par l'hydrate d'argent. La solution évaporée dans le vide a laissé une masse gommeuse, qui a refusé de cristalliser : c'était du mézoquinène impur. Pour obtenir un corps cristallisé, on l'a transformé en dérivé acétylé en le chauffant avec de l'anhydride acétique. Par un séjour prolongé dans l'air sec, on obtient des cristaux que l'on purifie en les traitant d'abord avec de l'éther, puis avec de l'eau froide; on obtient ainsi de petits cristaux blancs, opaques, fusibles à 112°,5; qui constituent l'acétyl-mézoquinène $C^9H^{14}AzO^2, C^2H^3O$ [1].

» C'est ce corps que j'avais cru d'abord identique avec l'acétyl-cincholeupone de M. Skraup.

» *Oxymézoquinène.* — J'avais obtenu ce corps en traitant le bromhydrate par un excès d'hydrate d'argent. On dissout le bromhydrate dans l'eau chaude, on porte à l'ébullition, on filtre et, dans la liqueur filtrée, on sépare l'argent dissous par une quantité d'acide chlorhydrique strictement nécessaire; on évapore dans le vide sec et l'on obtient, pour 5^{gr} du corps mis en réaction, $1^{gr},93$ d'une matière gommeuse, que l'on fait cristalliser en la dissolvant dans 5^{cc} d'alcool méthylique, et ajoutant 80^{cc} d'éther. Après vingt-quatre heures, l'oxymézoquinène s'est déposé, sous forme de petits cristaux blancs, insolubles dans l'éther et le chloroforme, très solubles dans l'eau, l'alcool et l'alcool méthylique. Leur solution a une réaction très alcaline. Ils se décomposent sans fondre par la chaleur. Ils renferment : $C^9H^{15}AzO^3, H^2O$ [2]. »

[1] *Analyse :*

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	61,69	62,56
Hydrogène	8,41	8,05

[2] *Analyse :*

	Trouvé.		Calculé.
Carbone	53,51	53,80	53,20
Hydrogène	8,51	8,47	8,37

ZOOLOGIE. — *Sur la place des Éponges dans la classification et sur la signification attribuée aux feuillets embryonnaires.* Note de M. Edmond Perrier.

« Dans une Note publiée au dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Yves Delage propose « d'élever les Spongiaires au rang d'embranchement en » les opposant, sous le nom d'*Enantioderma* (ἐναντίος, inverse), aux *Cœlenterata*, sinon même, sous celui d'*Enantiozoa*, à tous les autres animaux, » *Protozoa*, *Mesozoa*, *Metazoa* dont les feuillets, quand ils existent, s'invaginent dans le sens normal ». Comme j'ai, dès 1881, dans la 1re édition de mon Livre, *Les colonies animales et la formation des organismes* (p. 764), réclamé une série distincte dans le règne animal pour les Éponges et que je n'ai cessé depuis de soutenir cette manière de voir (1), je ne puis que me féliciter de voir, après seize ans écoulés, le laborieux professeur de la Sorbonne se ranger à mon avis. Puisque les *Éponges* s'appelaient déjà de ce nom et aussi *Spongiaires*, *Spongozoa*, *Porifera*, *Polystomata*, etc., je n'avais pas, à la vérité, jugé utile d'ajouter un numéro nouveau à cette liste déjà riche.

» Les caractères sur lesquels je m'étais appuyé pour constituer les Éponges en série distincte : *Forme ramifiée ou irrégulière; absence de cavité générale; mésoderme très développé; chambres ciliées tapissées de choanocytes; absence de nématocystes et de tentacules* étaient déjà connus; mais ayant pris soin de définir rigoureusement les points de départ de la nomenclature que j'adoptais, d'expliquer nettement ce que j'entendais par les termes *série*, *embranchement*, *classe*, etc. (2), ils suffisaient largement pour établir ce qu'il fallait penser des Éponges. Le caractère, en apparence nouveau, invoqué par M. Delage, ne ferait donc que justifier l'importance de ceux auxquels je m'étais arrêté, alors même qu'il ne prêterait pas à la critique et serait débarrassé des interprétations tout au moins discutables dont il a été enveloppé.

(1) Consulter mon *Traité de Zoologie*, p. 407 et 537. Huxley, en 1874, dans sa classification embryogénique, séparait déjà les Éponges des Cœlentérés sous le nom de Polystomata; Milne-Edwards, en 1855, de Blainville, en 1822, en avaient fait autant. Mais ils les asssociaient le premier aux Infusoires, le second aux Infusoires et aux Corallines.

(2) *Colonies animales*, p. 744, et *Traité de Zoologie*, p. 403.

» Pour quiconque pense que l'organisation des animaux est dominée par des règles générales, il est difficile d'admettre qu'un groupe zoologique puisse être *opposé* à un autre et surtout à l'ensemble des autres; on pourrait, il est vrai, ne voir là qu'une métaphore à ajouter à celles qui obscurcissent déjà le langage zoologique, si l'auteur ne prenait soin de nous avertir que « *chez les Spongiaires* SEULS PARMI TOUS LES ÊTRES, *l'invagination normale des feuillets est renversée, l'endoderme se portant à la surface pour former l'épiderme, et l'ectoderme s'enfonçant dans l'intérieur pour former les cavités digestives.* » Des causes qui auraient pu produire un aussi extraordinaire renversement, M. Delage ne nous dit rien, et cependant la Zoologie est aujourd'hui trop riche de matériaux pour qu'il soit encore possible d'admettre, si l'on se place sur le terrain du transformisme, des renversements de feuillets, des transformations d'organes qui ne pourraient être rattachées à des causes au moins vraisemblables.

» Mais pour en arriver à la conclusion que les Éponges sont l'envers des autres animaux, M. Delage a recours à des procédés de raisonnement et à des généralisations dont il est important de préciser la valeur.

» Si l'on ignorait, dit-il, le développement des Éponges, et que l'on présentât aux embryogénistes les larves de ces animaux, en les priant de nommer les feuillets et de prédire leur évolution, *il n'en est pas un* qui ne dirait que les cellules flagellées sont l'ectoderme, que les granuleuses sont l'endoderme et que celles-ci vont s'invaginer dans celles-là. L'homologation des feuillets larvaires n'est donc pas douteuse.

» La définition des *homologies* est due à Geoffroy-Saint-Hilaire qui les appelait des *analogies;* elle est basée sur le *principe des connexions,* c'est-à-dire qu'elle s'appuie sur la position relative des organes à l'état adulte, sur l'identité de leur mode de succession durant la période embryonnaire, à l'exclusion de toute considération de fonction ou de structure. L'endoderme étant essentiellement ce qui est dedans, l'ectoderme ce qui est dehors, comme leur nom l'indique, il est clair qu'il y a ni endoderme, ni ectoderme dans un corps creux formé d'une seule couche de cellules tel que la larve la plus simple des Éponges, et que pour demeurer conforme au langage précis de l'Anatomie et de l'Embryogénie comparées, il faudra, si l'une des moitiés de ce corps s'invagine dans l'autre, appeler *entoderme* celle qui devient interne, *exoderme* celle qui demeure externe. La proposition de M. Delage devrait donc être énoncée simplement ainsi :

» *La larve des Éponges est un ellipsoïde dont une calotte est formée de cellules flagellifères, l'autre de cellules granuleuses; la calotte de cellules flagellifères s'invagine dans l'autre et constitue l'entoderme.*

» En désignant cette calotte sous le nom d'*exoderme*, en l'homologuant à l'exoderme des autres animaux, on va contre la définition même des homologies, car on convient implicitement que le caractère de l'exoderme est tiré non pas de sa position, mais de la forme des éléments anatomiques qui le composent.

» Le caractère invoqué par M. Delage revient donc à dire que l'entoderme des Éponges est formé d'éléments flagellifères et leur exoderme d'éléments granuleux; c'est un *caractère histologique* comme celui qu'on tire de la présence des choanocytes dans les chambres ciliées; il y a plus, *c'est exactement le même caractère*, puisque M. Delage reconnaît que les chambres ciliées dérivent de son prétendu exoderme, et la question de la position des Éponges demeure strictement au point où l'avaient laissée ses prédécesseurs. Le progrès apparent résulte simplement de la créance encore accordée à la théorie metaphysique des feuillets embryonnaires et de leur prédestination, théorie en quelque sorte *rétroactive*, comme toutes celles qui prétendent appliquer aux animaux inférieurs des conceptions fournies par l'étude des animaux supérieurs souvent même des seuls Vertébrés, et basés sur des traits de structure qui sont le résultat de l'activité des formes animales primitives, ou considérées comme telles, mais ne sont pas encore réalisées chez elles. Tout animal, dit-on, commence par une *gastrula* formée d'un exoderme et d'un entoderme : c'est une généralisation gratuite; l'exoderme et l'entoderme se reconnaissent à telle ou telle structure histologique : c'est une proposition contraire à la définition même des homologies; ils sont prédestinés à jouer tel et tel rôle dans le développement : c'est de la métaphysique.

» Les choses se présentent sous un tout autre aspect et ne prêtent plus à aucune obscurité, si, suivant les faits sans leur attribuer aucune signification mystérieuse, on se souvient que la forme primitive de tout embryon [1] n'est pas une *gastrula* à deux feuillets, comme on l'admet gratuitement, mais une *blastula* plus ou moins rapprochée de la forme ellipsoïdale et formée d'une seule assise de cellules. Cette larve est ciliée et les battements des cils l'entraînent dans une direction déterminée; elle a donc un pôle antérieur et un pôle postérieur. Du moment que la locomotion s'accomplit dans un sens déterminé, les cils de la région antérieure de la *blastula* sont nécessairement ceux qui présentent le maximum d'activité; leur activité épuise les réserves alimentaires des éléments qui les portent,

---

[1] Sauf dans la série des Arthropodes où les cils vibratiles font défaut.

tandis que les éléments de la région postérieure demeurent bourrés de ces réserves. Les éléments allégés de ces réserves sont toujours ceux dont la multiplication est la plus active.

» Ceci posé, la *blastula* ne peut suivre que deux voies dans son évolution : ou bien elle demeure libre, ou bien elle se fixe. Si elle demeure libre, sa région antérieure *locomotrice,* en raison de sa croissance rapide, détermine nécessairement l'invagination de la postérieure essentiellement *nourricière* et c'est pourquoi l'orifice d'invagination, qu'on a eu si longtemps le tort de considérer comme une bouche primitive, est très généralement postérieur dans la série des Néphridiés. Si, au contraire, la *blastula* se fixe, elle se fixe nécessairement (la règle ne présente dans le règne animal que des exceptions apparentes) par sa région antérieure locomotrice. Un animal ne peut, en effet, adhérer à un obstacle qu'en pressant contre lui, c'est-à-dire en appliquant contre lui la région que dans son mode habituel de locomotion il porte en avant. C'est donc la région ciliée de la *blastula* qui sera dans ce cas recouverte par la région granuleuse, proliférera en multipliant ses anfractuosités à l'intérieur de son enveloppe, et constituera l'entoderme; ainsi s'explique le cas particulier des Éponges qu'il n'y a dès lors nul besoin d'*opposer* au reste du règne animal; elles se détachent du rameau commun parce qu'elles se fixent à l'état de *blastula*; elles s'éloignent, à cet égard, des Polypes puisque chez ces dernières la cavité de la *blastula,* déjà remplie d'éléments, est devenue une *parenchymelle,* au moment de la fixation; aussi ne se produit-il ici aucune invagination. Il ne s'agit ici, bien entendu, dans chaque série, que des formes larvaires primitives et non de celles que la tachygénèse a modifiées. La remarque de M. Delage ne projette donc aucune lumière particulière sur le problème de la place des Éponges dans la classification, et les termes qu'il emploie. pour désigner un groupe du règne animal déjà nommé par les Grecs, pourraient induire en erreur relativement à la signification de ce qu'on est convenu de nommer les *feuillets embryonnaires.*

» Reste à savoir si les caractères histologiques ont aussi peu de valeur qu'on semble parfois le croire. Quiconque se rappellera que le règne végétal tout entier doit ses caractères essentiels à ce que les éléments de la plante s'emprisonnent dans une enveloppe de cellulose; que la faculté de la région libre des épithéliums des Arthropodes de se charger de chitine a supprimé chez les animaux les cils vibratiles, orienté leur organisation dans une sécrétion toute particulière et justifié pour eux la création d'un embranchement, il ne paraîtra pas indifférent que les Éponges et les

Polypes possèdent respectivement et chacun d'une manière exclusive par rapport à l'autre groupe, des choanocytes ou des nématoblastes. C'est aussi là une conséquence des propriétés dans leur protoplasma. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Magnenant** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un « rideau hydraulique de sûreté ».

(Commissaires : MM. Troost, Michel Lévy, Mascart, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. H. **Struve** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. **Mascart** présente à l'Académie différentes publications du *Meteorological office* de Londres : 1° « Rainfall Tables of the British Islands, de 1866 à 1890 »; 2° « Meteorological observations at the stations of the second order, pour 1894 »; 3° « Hourly means of the readings obtained from the self-recording instruments at five observatories »; 4° « Quarterly current charts of the Pacific Ocean ».

M. Mascart insiste, en particulier, sur l'importance de la dernière publication qui présente un intérêt spécial pour la Navigation; les résultats publiés proviennent du dépouillement des nombreuses observations recueillies par les navires de la Grande-Bretagne.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'itération*. Note de M. C. **Bourlet**, présentée par M. Appell.

« La dernière Note de M. Lémeray *Sur quelques algorithmes généraux et sur l'itération*, parue dans les *Comptes rendus* (14 février 1898), m'engage à faire connaître l'énoncé d'une proposition dont je possède la démonstration depuis quelque temps déjà.

» En juillet 1897 j'ai adressé, aux *Annales de la Faculté des Sciences de*

Toulouse, un petit Mémoire *Sur l'itération* dans lequel j'établis la proposition suivante qui résout, théoriquement du moins, le problème de l'itération dans un cas très général.

» *Soient* $\varphi(z)$ *une fonction de substitution et* x *un point limite tel que l'on ait, à la fois,*

$$|\varphi'(x)| < 1, \qquad |\varphi'(x) - 1| < 1,$$

$\varphi'(z)$ *étant la dérivée de* $\varphi(z)$. *Posons, comme de coutume,*

$$\varphi_1(z) = \varphi(z), \qquad \varphi_2(z) = \varphi[\varphi(z)], \qquad \ldots, \qquad \varphi_p(z) = \varphi[\varphi_{p-1}(z)].$$

» *La série suivante*

$$\Psi(k, z) = z + \sum_{p=1}^{\infty} \frac{k(k-1)\ldots(k-p+1)}{p!} \left[\varphi_p(z) - \frac{p}{1}\varphi_{p-1}(z) + \frac{p(p-1)}{1.2}\varphi_{p-2}(z) + \ldots + (-1)^p z\right]$$

est convergente, quel que soit k, *dans un domaine convenablement choisi entourant le point limite* x. *La fonction* $\Psi(k, z)$ *ainsi définie est, dans ce domaine, l'itérative de* $\varphi(z)$; *c'est-à-dire que l'on a :*

» 1° *Pour tout nombre entier, positif ou négatif,* p

$$\Psi(p, z) = \varphi_p(z);$$

» 2° *Et quels que soient* k *et* k',

$$\Psi[k, \Psi(k', z)] = \Psi(k + k', z).$$

» Si l'on observe que la fonction itérative $\Psi(k, z)$ peut s'écrire, *symboliquement*,

$$\Psi(k, z) = [1 + (\varphi - 1)]^k z,$$

quelques-unes des remarques faites par M. Lémeray, dans la Note précitée, deviennent presque évidentes, puisque $\Psi(k, z)$ est une *puissance symbolique* d'exposant k.

» Je profite encore de cette occasion pour rappeler que j'avais déjà énoncé, sous une forme plus générale, certains des résultats indiqués par M. Lémeray dans sa Note du 27 décembre 1897, *Sur les équations fonctionnelles linéaires*, dans une Note qui a été insérée dans les *Comptes rendus* du 21 juin 1897. J'ai, d'ailleurs, l'intention de développer les indications sommaires qui en font l'objet dans un Mémoire plus étendu.

» Quant à l'équation de *Babbage*, dont parle M. Lémeray dans cette même Note,

$$f_m(x) - x = 0,$$

elle a été résolue complètement par M. Leau dans sa Thèse de doctorat (p. 59). Les indications que donne cet auteur sont très brèves, c'est ce qui explique qu'elles aient pu passer inaperçues; il serait à désirer qu'il développe sa méthode dans un Mémoire spécial et, en particulier, les grandes analogies qu'il signale entre cette équation et les équations binomes. »

PHYSIQUE. — *Remarque sur une Note de M.* Moreau, *intitulée : « Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux »*. Note de **M. H. Bouasse**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note parue le 7 février dernier, M. Moreau énonce sur la torsion résiduelle deux lois qu'il est facile de déduire des faits connus.

» M. Brillouin et moi avons démontré que, très sensiblement, les courbes de torsion qui limitent un cycle de torsion fermé sont indépendantes des amplitudes du cycle; que la partie descendante du cycle, toutes réserves faites sur les vitesses avec lesquelles le cycle est parcouru, est sensiblement rectiligne et a l'inclinaison typique Γ relative à une torsion élastique pure.

» Ceci posé, soient $\pm T$, $\pm C$ les limites en angle et couple du cycle et T_r la torsion résiduelle; on a

$$T = T_r + \frac{C}{\Gamma}.$$

» Pour les grandes torsions, le couple C tend vers une valeur limite C_1, d'où $T = T_r + \frac{C_1}{\Gamma}$: c'est la première loi de M. Moreau.

» La seconde loi se déduit immédiatement de la théorie proposée en 1848 par J. Thomson. Il démontre que si f est une constante caractérisant la plasticité du fil, le couple maximum C_1 que peut supporter un fil est $C_1 = \frac{2\pi f}{3} R^3$, R étant le rayon du fil.

» Or il est généralement admis que $\Gamma = \mu \frac{\pi}{2} R^4$. D'où $\frac{C_1}{\Gamma} = \frac{4f}{3\mu} \frac{1}{R}$.

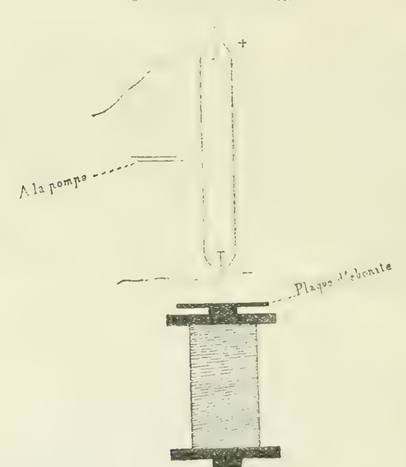
» D'où enfin $T = T_r + \frac{4f}{3\mu R}$: c'est la seconde loi de M. Moreau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une analogie d'action entre les rayons lumineux et les lignes de force magnétique.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire *Sur des décharges électriques à travers des gaz,* qui paraîtra plus tard dans le *Bulletin de l'Académie norvégienne des Sciences,* je décris un effet remarquable des forces magnétiques sur la cathode d'un tube de Crookes.

» Disposons un électro-aimant assez fort assujetti au-dessous d'un tube de décharge (*fig.* 1) par un mécanisme permettant de régler très exactement la distance entre le

Fig. 1 (à l'échelle de $\frac{1}{10}$).



tube et l'aimant. Admettons que des décharges d'un grand Ruhmkorff passent dans le tube et qu'il y ait production active de rayons cathodiques.

» Si l'aimant, suffisamment éloigné du tube, est mis en activité, le caractère de la décharge reste à peu près le même. Mais si, au contraire, l'aimant en est rapproché de plus en plus, il arrivera à une position critique où toutes les propriétés de la décharge sont subitement changées. Ainsi, la différence de potentiel entre l'anode et la cathode est souvent réduite au-dessous d'un dixième de sa valeur primitive et les

rayons cathodiques sont remplacés par des rayons qui ne produisent aucune phosphorescence sur le verre du tube, mais se manifestent immédiatement dans le gaz qui y est renfermé par une lueur rayonnant le long des lignes de force magnétique.

» J'appelle *distance critique* la distance entre la plaque de cathode et le bout le plus rapproché de l'aimant dans sa position critique. Cette distance, qui varie avec l'intensité de l'aimant, se mesure surtout exactement pour les tubes où le gaz n'est pas trop raréfié et dont les parois et les électrodes ne sont pas trop débarrassées de gaz adhérent.

» Si l'on fait passer le courant d'une machine de Holz à travers le tube, on aura l'avantage de pouvoir mesurer avec un voltmètre électrostatique les changements de potentiel au moment où l'aimant passe le point critique. Avec un voltmétre de Kelvin indiquant jusqu'à 20000 volts, j'ai observé comment la différence de potentiel en question varie d'une façon continue quand l'aimant se rapproche du tube, pour ensuite tomber brusquement par exemple de 18800 à 1400 volts à l'époque où la distance critique se trouve atteinte. Cette position une fois dépassée, le potentiel varie de nouveau d'une façon continue, diminue d'abord un peu (dans le cas indiqué jusqu'à 1100 volts) pour ensuite augmenter lentement lorsque l'aimant continue à se rapprocher du tube.

» Cependant, quand le courant traversant le tube est continu et que l'aimant agit sans interruption, la distance critique n'est plus bien définie, mais varie quelque peu avec la durée de l'action de l'aimant. Pour préciser, j'impose la condition que les changements brusques de décharge se manifestent moins d'une seconde après que l'aimant est mis en activité. Un exemple va mettre ce point en lumière. Supposons que j'aie trouvé la distance critique $= 80^{mm}$. A 75^{mm}, les changements de décharge paraissent presque immédiatement après que le courant excitant l'aimant est fermé, tandis qu'à la distance de 90^{mm} le voltmètre indique constamment 12000 volts pendant une minute et dix secondes après la création de l'aimant pour tomber ensuite brusquement à 1000 volts.

» J'ai fait un grand nombre de mesures de la distance critique pour différentes intensités de l'aimant. J'en citerai un exemple. Un tube rempli d'hydrogène sous la pression de $0^{mm},061$ montrait en marche une différence de potentiel de 3900 volts entre l'anode et la cathode.

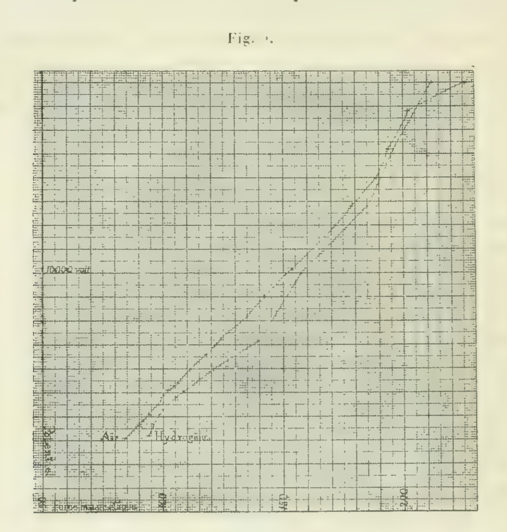
» Pour les courants d'aimantation de $11^{amp},8$, $21^{amp},7$ et 41 ampères j'ai trouvé, en moyenne, les distances critiques $98^{mm},7$, 128^{mm} et 144^{mm}. D'autre part des mesures de la force magnétique à ces distances de l'aimant pour ces trois degrés d'excitation donnaient 99, 101 et 102, c'est-à-dire une valeur sensiblement égale. Et ces résultats ont un caractère général : quand la force magnétique sur la plaque cathode atteint une certaine intensité, les changements brusques de décharge font leur apparition.

» Si donc l'action en question des forces magnétiques est localisée, cette force doit agir sur la plaque cathode ou sur son voisinage immédiat, cette plaque étant le seul endroit du tube où la force magnétique est la même pour les positions critiques de l'aimant.

» Les mesures de la distance critique se feront surtout nettement en employant un Ruhmkorff comme source de décharge.

» J'ai fait aussi des mesures pour déterminer la relation entre le potentiel de la cathode, v volts, l'anode étant en communication avec le sol, et l'intensité de la force magnétique I sur la plaque cathode au moment critique. I étant donné dans une unité arbitraire, on aura la densité de lignes de forces en multipliant les valeurs de I par 0,6 environ.

Fig. 2.



» Dans le Tableau suivant p^{mm} désigne la pression du gaz dans le tube, ce gaz étant de l'air dans les dix-sept premières colonnes du Tableau et de l'hydrogène dans les dix suivantes :

$10^4.p$...	41	44	48	50	54	59	63	68	74	82	87	92	96	102	109	115	126
$-10^{-2}.v$	180	168	152	140	120	102	90	82	73	66	60	54	49	45	41	37	31
I......	226	202	194	189	172	154	142	135	124	118	111	106	100	98	94	90	84

120	144	162	193	217	238	265	284	312	332
180	152	128	100	72	60	48	43	37	32
212	196	185	158	140	121	105	100	96	94

» Ces résultats sont graphiquement représentés dans la *fig.* 2.

» On voit que les distances critiques sont sensiblement les mêmes pour

les deux gaz employés, le potentiel de la cathode étant le même. En outre, j'ai trouvé que les distances critiques sont sensiblement indépendantes de l'intensité du courant à travers le tube. Cela rappelle mon théorème (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896) *que la déviation magnétique des rayons cathodiques dépend uniquement de la tension entre la cathode et l'anode, la force magnétique étant la même*.

» Quand l'aimant agit sur la cathode de la manière mentionnée plus haut, des particules de métal s'en détachent et sont projetées violemment. Même avec une cathode d'aluminium on peut produire, en employant pendant une demi-heure des décharges intenses, un miroir opaque de métal déposé sur le verre.

» La pression du gaz dans le tube diminue vite dans les mêmes conditions de décharge. Dans un tube à électrodes d'aluminium rempli d'hydrogène à la pression initiale de $0^{mm},1176$, j'ai fait disparaître, en quatorze reprises de vingt secondes chacune, 2808^{cc} de gaz à la pression de $0^{mm},0382$, presque assez pour remplir une douzaine de tubes de Crookes ordinaires. D'après quelques analyses que j'ai faites, elle se retrouve en partie sur la surface intérieure du tube.

» La quantité de gaz disparu est proportionnelle, toutes choses égales d'ailleurs, au courant primaire de la bobine employée; mais la relation entre le gaz disparu et le courant secondaire à travers le tube est plus compliquée.

» L'aimant n'agit sur l'anode du tube de décharge d'aucune des manières décrites plus haut, je l'ai vérifié avec un tube de 90^{cm} de longueur et 6^{cm} de diamètre. »

PHYSIQUE. — *Sur la prépondérance de l'action mécanique des courants de convection, dans les enregistrements de figures d'effluves sur plaques voilées soumises à l'action de pôles thermiques dans les bains révélateurs.* Note de M. A. **Guébhard**, présentée par M. Lippmann.

« Frappé, dès les premières observations de pseudo-*induction thermique* que j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie ([1]), de ce fait que l'action du liquide révélateur mis en mouvement sous l'influence de *pôles thermiques* appliqués sur la face verre, seule émergente, d'une plaque supérieure, produisait, sur d'autres plaques parallèles, des taches polaires se-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 814; 15 novembre 1897.

condaires, dont la couleur, tantôt noire, tantôt blanche, était absolument indépendante de la température propre des molécules, et uniquement dépendante du sens dans lequel avait lieu l'attaque de la surface sensible par les filets de flux liquide, j'ai tenu à m'édifier par de nouvelles expériences sur le rôle, en ceci, des courants de convection, au point de vue, soit de la véhiculation de la chaleur par les molécules, soit de la véhiculation des molécules par la chaleur.

» Dans une première série, faisant agir les pôles non plus de haut en bas, mais de bas en haut, soit directement sur une plaque inférieure, formant le fond d'une cuve spécialement construite, soit médiatement, en posant simplement, sur le groupe des cylindres à eau chaude ou glacée, des cuvettes de verre, de porcelaine ou de carton noir ([1]) contenant les piles de deux à quatre glaces parallèles, espacées de 3^{mm} à 5^{mm}, j'ai constaté que, sur la plaque inférieure, ce n'était plus du tout une tache noire qui correspondait au pôle chaud et une tache blanche au pôle froid, mais absolument l'inverse; preuve évidente (comme avec la même plaque, soumise, par en haut, à distance, à l'action des mêmes pôles) que ce n'est point la température elle-même qui provoque ou retarde le noircissement du gélatinobromure, mais le sens positif ou négatif de la pression exercée sur celui-ci sous la double influence de la température et de la gravité.

» Aussi n'y-a-t-il pas lieu de s'étonner de la constance avec laquelle se vérifie, pour les plaques horizontales disposées face à face, la loi des inversions polaires et celle de la correspondance, au contraire, pour les plaques de même sens. Afin d'éviter dans ces constatations les erreurs pouvant résulter de l'emploi de plaques adossées par la face verre, j'ai fait faire par MM. Graffe et Jougla des plaques sensibilisées *sur les deux faces*. En les observant avant fixage, ou pelliculant ensuite une des faces ([2]), on

([1]) Notons, en passant (mais sans attacher aucun sens extraordinaire à un phénomène aussi facile à prévoir qu'à expliquer), qu'il s'agit ici d'une véritable *action photographique à travers corps opaques,* action qui, sans l'intermédiaire d'aucune espèce de radiation, par le simple transfert de vibrations thermiques à travers l'épaisseur de la cuvette, puis de la glace et de la gélatine elle-même, va produire, sur les mouvements du liquide sus-jacent, une modification capable de reproduire à son tour, sur le gélatinobromure, la silhouette, par exemple, d'un corps, ou très conducteur, ou très peu, interposé entre la source de chaleur et la plaque.

([2]) Opération des plus faciles une fois qu'on s'est habitué à disposer une plaque sur des supports appropriés (perles de verre ou punaises à dessin la pointe en l'air) de manière que l'une des faces, seule, soit en contact avec le liquide.

trouve toujours, dos à dos, des taches inverses, correspondant évidemment à des conditions thermiques identiques, mais à des sens inverses de la convection par rapport à la gélatine.

» Il devait être intéressant de rechercher ce qui se passerait pour les positions verticales ou inclinées des couples de plaques opposées. Mais, d'une part, les cuvettes verticales commerciales en verre monté se prêtent mal, à cause de leur convexité, à l'application de pôles thermiques, même si l'on remplace la fermeture rigide des récipients cylindriques par une membrane souple tendue à la manière d'un osmomètre; et, d'autre part, les cuvettes ordinaires, diversement inclinées, ne s'accommodent que d'un petit nombre de combinaisons des plaques, en **Z**, ou en **V** ou **W** couchés. Aussi ai-je recouru à la construction, au moyen d'étriers en bois, feuille de liège ou plaque de gutta avec joints de caoutchouc, et pinces de serrage, de cuves 9×13 à faces parallèles suivant le type imaginé par M. Lippmann pour la photographie des couleurs, et dès que j'eus renoncé au modèle de 2^{cm}, beaucoup trop épais, pour le modèle de 3^{mm} seulement, facile à doubler en cuve à compartiments multiples, je pus étudier facilement, pour toutes les inclinaisons possibles, de 0° à 90°, l'action, par en haut ou par en bas, des pôles thermiques sur les plaques parallèles.

» Il serait oiseux d'entrer dans la description de la très grande variété de figures, souvent très régulières, qu'il m'a été donné d'observer sur 163 clichés, presque tous 9×13, au cours de 81 expériences enregistrées. Mais, dans toutes, et alors même qu'il n'y avait plus, à proprement parler, de taches polaires, mais de simples centres d'irradiation de lignes de flux claires et foncées, on constate toujours :

» 1° Que les plages noires correspondent, indépendamment de la température, aux places où le mouvement circulatoire du liquide tend à appliquer les molécules contre la gélatine, et les plages blanches aux endroits où le mouvement tend à les en détacher, au point que, souvent, on voit une ligne de flux noire se terminer par un dégradé effilé qui, sur le cliché sec, donne l'illusion visuelle d'un relief, faisant *sortir* l'extrémité de la ligne de la gélatine, à l'endroit même, sans doute, où le filet liquide s'en éloignait;

» 2° Que, sur des plaques en regard, la loi d'inversion se manifeste dans toutes les positions, conformément à cette règle générale que, sur les extrémités opposées d'une même verticale, il y a toujours des teintes contraires;

» 3° Que si l'on veut, dès lors, attacher des signes contraires aux

teintes noires ou blanches des taches polaires, leur détermination dépendra uniquement, comme pour une plaque de métal dans un champ magnétique, du sens du recoupement des lignes de force par la plaque.

» La preuve expérimentale est donc faite : la chaleur qui, dans ces expériences, semblait, de prime abord, être le facteur principal, n'a pas d'autre rôle que celui de force motrice, et la pesanteur, ainsi que je l'avais tôt soupçonné, a la plus grande part aux curieux simulacres d'induction thermique que j'avais signalés. Si les figures observées, dans le cas où le mouvement est confiné entre deux plans parallèles rapprochés, sont bien conformes à celles des écoulements soit thermiques, soit électriques, cela tient à l'identité de la formule potentielle qui régit tous ces écoulements stationnaires à deux dimensions. Mais toute autre cause motrice que la chaleur, capable de créer et de maintenir en des points déterminés des différences de potentiel hydrodynamique, devra produire identiquement les mêmes effets : c'est ce que je démontrerai expérimentalement dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de l'anhydride phosphorique avec le benzène.* Note de M. **H. Giran**.

« La production des acides sulfoniques par l'action de l'acide sulfurique fumant sur divers composés organiques m'a fait supposer que l'acide phosphorique pourrait également donner naissance à des corps analogues à ces acides sulfoniques.

» Pour vérifier cette hypothèse dans un cas particulier, j'ai chauffé en tube scellé, à 110°-120°, pendant quatre ou cinq heures, un mélange de deux parties d'anhydride phosphorique avec trois parties de benzène (soit environ 1 molécule P^2O^5 pour 3 molécules C^6H^6). Il se produit une matière solide, rouge brique, très instable, qui se dissocie rapidement à l'air libre, mais que l'on peut conserver dans une atmosphère de benzène. Mise en présence de l'eau, elle se décompose en benzène et acide phosphorique, mais elle se dissout dans l'alcool. Cette solution attaque lentement le carbonate de baryte et se transforme, au bout de quelques heures, en une masse gélatineuse. Le même résultat est obtenu si l'on remplace le carbonate de baryte par une solution alcoolique d'éthylate de baryte, jusqu'à neutralisation de la liqueur. Cette masse gélatineuse est jetée sur un filtre, lavée à l'alcool absolu et desséchée sur une plaque poreuse en présence de la potasse caustique.

» On obtient ainsi un sel blanc, soluble dans l'eau, qui, après dessiccation à l'étuve à la température de 110°-120°, présente à l'analyse une composition correspondant à la formule $C^6H^2P^8O^{20}Ba^2$.

» Les résultats de l'analyse sont :

	Calculé.	Trouvé. I.	II.	III.	IV.	V.
C.......	7,86	8,02	7,95	»	»	»
H........	0,21	0,36	0,28	»	»	»
P........	27,07	»	»	27,67	26,86	»
Ba	29,92	»	»	»	»	30,57

» L'acide de ce sel serait $C^6H^2P^8O^{20}H^4$; il résulterait de l'union d'une molécule de benzène avec quatre molécules d'anhydride phosphorique

$$(C^6H^6 + 4P^2O^5).$$

Sa constitution pourrait s'expliquer par la formule développée suivante :

```
                         OH
                         |
                         PO
                        /  \
                       O    O
                        
                         PO
OH                       |
   >PO  O  >PO     C6H2 — PO  O   PO
        O                |    O        OH.
                         PO
                         
                       O    O
                        \  /
                         PO
                         |
                         OH
```

» Ce serait donc l'*acide benzène-tétradimétaphosphorique*.

» Je me propose d'étudier avec plus de détails les propriétés de cet acide et de ses sels, et de chercher à isoler les diverses combinaisons, que la théorie permet de prévoir, formées par l'union de l'anhydride ou des acides phosphoriques avec le benzène ou d'autres composés organiques du même ordre. »

MÉDECINE. — *Influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose.* Note de M. H. **Bordier**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que, pendant le phénomène de l'osmose, une différence de potentiel, vraisemblablement très faible, se produit entre les deux faces du septum à travers lequel s'effectue le passage des liquides.

» Étant données les propriétés électriques des rayons X, il était permis de se demander si les actions électrocapillaires produites par les courants d'endosmose et d'exosmose peuvent être modifiées par les radiations de Röntgen, et si, par suite, la marche du phénomène de l'osmose est influencée d'une manière quelconque par ces radiations. Ce sont les résultats des premières expériences tentées dans ce sens que je vais faire connaître.

» Il était indispensable que la cuve renfermant l'eau et destinée à recevoir l'osmomètre fût transparente aux rayons X, ce qui n'est pas le cas du verre. Je me suis servi de petites caisses en bois mince, dans lesquelles on avait coulé de la paraffine pour obtenir une étanchéité parfaite.

» Quant à l'osmomètre, j'ai fait usage de deux modèles : l'un formé d'un simple tube à entonnoir, l'autre construit avec un entonnoir ordinaire auquel était rajusté un tube de verre. Chacun de ces osmomètres était fermé par du parchemin animal; la surface de la membrane était, pour le premier, de $6^{cq},60$ et, pour le second, de $38^{cq},46$.

» Le tube de Crookes employé était un tube focus construit sur les indications de M. Monell, de New-York, spécialement pour être actionné par les décharges d'une machine statique : cette dernière était une machine à grand débit (machine à deux grands cylindres en ébonite, de Bonetti).

» Les décharges très fréquentes étaient obtenues à l'aide des interrupteurs ou détonateurs de Van Houten et Ten Brœck, qui peuvent être fixés directement sur les manches en ébonite des deux pôles de la machine. On a ainsi un rendement considérable, qui peut être rapproché de celui que fournit une grosse bobine de Ruhmkorff de $0^{m},55$ d'étincelle.

» *Première expérience.* — Osmomètre n° 1 : $S = 6^{cq},60$; diamètre du tube osmométrique : 4^{mm}. On introduit dans l'appareil une solution de sucre de canne à 30 pour 100, et l'on place l'osmomètre dans la cuve pleine d'eau. Le tube de Crookes est disposé en dessous, de façon que les rayons X soient dirigés de bas en haut, perpendiculairement à la membrane.

» L'ascension du liquide dans le tube est notée d'abord sans excitation du tube focus, pendant trente minutes : on trouve 6^{mm}. On excite alors le tube et l'on trouve qu'après trente minutes le liquide ne s'est élevé que de 3^{mm}.

» On arrête la machine et l'on note l'ascension pendant les trente minutes suivantes : elle est de $6^{mm},1$.

» On met de nouveau la machine en marche et l'ascension n'est plus que de $2^{mm},7$, pendant trente minutes.

» Enfin, le système étant abandonné à lui-même, sans rayons X, l'ascension est de 6^{mm} pendant chaque demi-heure suivante.

» *Deuxième expérience.* — Osmomètre n° 2 : $S = 38^{cq},46$; diamètre du tube relié

à l'entonnoir, 5^{mm}. Liquide introduit dans l'osmomètre, solution concentrée de sel marin.

» Ascension du liquide dans le tube après trente minutes : 27^{mm}. Le tube de Crookes étant excité, l'ascension, après le même temps, n'est plus que de $16^{mm},5$.

» *Troisième expérience.* — Osmomètre n° 2 : $S = 38^{cq},46$; tube capillaire fixé à l'entonnoir. Liquide introduit, solution saturée de sucre de canne. On note l'ascension du liquide pendant dix minutes chaque fois.

1° Sans rayons X	38^{mm}
2° Avec rayons X	28
3° Sans rayons X	40,2
4° Avec rayons X	27

» Il résulte nettement de ces trois séries d'expériences que le phénomène de l'osmose, dans les conditions expérimentales indiquées, a été influencé dans sa marche par l'exposition de la membrane à l'action des rayons X : l'ascension du liquide a été chaque fois ralentie.

» Il y avait lieu de rechercher si cette action retardatrice était due aux rayons X eux-mêmes, ou bien au champ électrique provenant de la source servant à actionner le tube.

» J'ai alors interposé, entre l'ampoule de Crookes et l'osmomètre, une lame d'aluminium reliée soigneusement au sol, qui était constitué par la gaine métallique d'une cheminée voisine.

» Les résultats ont été les suivants :

» I. *Osmomètre* n° 1. — Liquide introduit, solution de sucre.

» Après trente minutes, l'ascension est de $6^{mm},2$.

» On actionne le tube de Crookes; pendant le même temps, l'ascension notée est de $3^{mm},5$.

» II. *Osmomètre* n° 2. — Liquide introduit, solution de sel marin.

» Ascension, pendant trente minutes : 28^{mm}.

» Tube de Crookes excité pendant le même temps, ascension 17^{mm}.

» Les nombres relevés dans ces expériences comparatives montrent que, malgré l'interposition d'une lame d'aluminium en communication avec le sol, l'osmose est ralentie lorsque l'appareil est exposé aux rayons X. On ne peut donc attribuer qu'à l'influence des rayons le ralentissement observé. Ce ralentissement est dû probablement à l'action perturbatrice des rayons X sur les phénomènes électrocapillaires dont le parchemin est le siège pendant l'osmose.

» Quoi qu'il en soit, il est peut-être permis de rapprocher, de la modification apportée par les rayons X dans la marche du phénomène de l'osmose,

certaines perturbations qu'ils produisent dans l'intimité des tissus vivants. Comme on le sait, un grand nombre des échanges intercellulaires se font chez l'être vivant par voie endosmotique; il ne serait pas téméraire, par suite, d'admettre que, lorsqu'un faisceau de rayons X traverse pendant un certain temps une région de l'organisme, les échanges des liquides entre les cellules ainsi rencontrées soient ralentis et que la nutrition des tissus puisse se trouver ainsi plus ou moins altérée. Il est même possible que ce soit là l'explication de quelques effets thérapeutiques des rayons X déjà observés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production de substance mucinoïde par les bactéries*. Note de MM. **A. Charrin** et **A. Desgrez**, présentée par M. d'Arsonval.

« Certaines cultures du bacille pyocyanique prennent une consistance visqueuse et filante qui nous a fait supposer, dans ces liquides, la présence d'une substance albuminoïde analogue à la mucine. Cette substance se forme dans des bouillons préparés, suivant la technique habituelle, avec de la viande; elle fait totalement défaut ou n'existe qu'à l'état de traces, si ces bouillons ne renferment que des substances minérales, ou de la peptone dans la proportion de 1 pour 100. Il n'y a, d'ailleurs, aucun rapport entre la genèse de ce produit et la formation de pyocyanine.

» Les premières, les cultures à mucus, précipitent par l'alcool, l'acide acétique, les acides minéraux, le sel marin, le sulfate de magnésie. Le précipité formé par l'alcool se gonfle dans l'eau, s'y dissémine tellement qu'il semble se dissoudre, et peut, à cet état, traverser les filtres. Le précipité obtenu avec l'acide acétique est insoluble dans un excès de réactif, mais se redissout dans les alcalis et leurs carbonates étendus. Les acides minéraux en excès redissolvent également le précipité auquel ils ont d'abord donné naissance. Ces caractères, fonction acide, insolubilité dans l'eau et l'acide acétique, rapprochés de la présence du soufre dans notre substance, sont ceux des composés mucinoïdes. Quant au dédoublement par les acides étendus avec production d'une gomme réductrice, dédoublement caractéristique des vraies mucines, deux cultures seulement, sur trois, nous l'ont fourni. La recherche du phosphore dans le précipité nous ayant, de même, donné un résultat positif avec certaines cultures anciennes, nous supposons, dans ces cas, notre substance mucinoïde accom-

pagnée d'une nucléo-albumine. Weyl a signalé un composé analogue dans les cultures du bacille tuberculeux.

» Les masses visqueuses existant dans les cultures qui nous ont donné les réactions précédentes ne sont, d'ailleurs, pas constituées par des amas microbiens; le microscope, en effet, n'y révèle des bactéries qu'en nombre très limité; d'autre part, les cultures minérales ou peptoniques, qui ne fournissent pas ces mêmes réactions, contiennent autant de bactéries que les premières.

» Dissoute dans le carbonate de soude étendu et injectée dans la veine marginale de l'oreille d'un lapin, à la dose de $0^{gr},15$ par kilogramme d'animal, notre substance mucinoïde produit une série d'accidents. La température rectale s'abaisse dès la deuxième heure, la diarrhée se manifeste et la mort peut survenir en moins de vingt-quatre heures. Avec des doses moins fortes, l'animal maigrit rapidement, perd un quart de son poids en quatre jours et succombe albuminurique, présentant à l'autopsie des traces d'entérite et d'hémorragies intramusculaires. Ces résultats établissent que notre substance, ou peut-être un principe entraîné par elle, à la façon des diastases, provoque des accidents rappelant, dans quelque mesure, l'intoxication pyocyanique. La rapidité de ces troubles, l'absence d'incubation, le résultat négatif des ensemencements démontrent que l'on a affaire à un processus toxique et non bactérien. Le traitement par l'acide acétique, répété en vue de la purification du produit, suffirait, du reste, à atténuer, sinon à détruire les microbes du pus bleu.

» Il est intéressant de voir la cellule microbienne produire une substance analogue à celles que produisent des cellules de l'organisme et toute une série d'autres cellules végétales. Il est non moins intéressant de remarquer que les inflammations des membranes muqueuses s'accompagnent fréquemment de la production d'éléments muqueux donnant, en partie, les réactions de la mucine. Ce caractère devient parfois tellement important qu'on donne à ce processus les dénominations d'*inflammation muco-membraneuse*. Or, au cours de ces affections, les bactéries se développent généralement en abondance. Il est permis de se demander si ces bactéries n'entrent pas, pour une part variable, dans la genèse de ces substances muqueuses. Cette question est d'autant plus légitime que, plus d'une fois, comme dans l'entérite muco-membraneuse, les cellules normales de la muqueuse se désagrègent pendant que les cellules bactériennes se multiplient de plus en plus.

» Quelques recherches, encore incomplètes, poursuivies avec le staphy-

locoque, le bacille du colon, la virgule cholérique, nous permettent de dire que cette formation de substance mucinoïde n'est pas une propriété spéciale au bacille pyocyanique. Nous pouvons également ajouter que les diverses races de ce bacille sont capables de produire la même substance.

» Nous continuons ce travail, en vue de sa généralisation et de l'étude plus complète de la composition des cultures de divers bacilles pathogènes. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur l'amertume des vins.*
Note de MM. **J. Bordas**, **Joulin** et **Rackowski**, présentée par M. Brouardel.

« Le ferment que nous avons isolé provient d'un vin qui présentait nettement les caractères d'un vin amer, tant par l'examen microscopique et chimique que par le goût.

» L'ensemencement direct sur gélatine du dépôt de ce vin n'a donné aucun résultat, tandis que, sur eau de levure concentrée, alcalinisée légèrement avec de la potasse et additionnée de glucose, nous avons obtenu une culture abondante.

» Ce bacille a été purifié par plusieurs passages successifs sur le milieu ci-dessus, puis nous l'avons isolé par des cultures sur plaques. Les colonies sur plaques sont très petites, légèrement jaunâtres et ne liquéfient pas la gélatine.

» Le bacille de l'amertume se présente sur eau de levure glucosée, sous forme de filaments plus ou moins longs, contournés, simples, constitués par des bâtonnets accolés bouts à bouts. Après quelques jours, ces filaments se réunissent entre eux pour former de véritables faisceaux, composés, eux aussi, de courts bâtonnets accolés.

» Sur le milieu de Laurent, modifié par l'adjonction de peptone Collas à 10 pour 100, le bacille de l'amertume se développe très rapidement. Le liquide est déjà trouble après vingt-quatre heures; au bout de huit jours, on perçoit faiblement, mais d'une façon très nette, un goût amer; il y a, en même temps, production d'un léger dégagement gazeux.

» Dans ce milieu minéral, le bacille se présente sous la forme de petits bâtonnets, parfois mobiles, mesurant 1μ de largeur sur 4μ à 5μ de longueur. Ces bâtonnets offrent la particularité de se grouper de telle façon qu'on peut les croire ramifiés; cette particularité est, d'ailleurs, mise en évidence par la coloration à l'aide de la vésuvine.

» Dans les milieux minéraux peptonisés contenant 3^{gr} de tartre par

litre, même en présence de glucose et de glycérine, le développement du bacille est beaucoup plus lent.

» Le ferment ainsi isolé a été ensemencé dans un vin qui avait été préalablement filtré à la bougie Chamberland. Examiné six mois après, le vin possédait un goût amer très prononcé. Le vin était très trouble, la matière colorante précipitée en partie; le dépôt abondant, observé au microscope, a indiqué la présence de filaments caractéristiques de l'amertume. Le titre alcoolique de ce vin rendu malade n'avait pas varié, tandis que les proportions de glycérine et de glucose étaient notablement moindres. Enfin, l'acidité avait fortement augmenté : l'augmentation était surtout due à de l'acidité volatile; nous avons constaté enfin la présence de petites quantités d'ammoniaque.

» Le vin ensemencé avait été abandonné à la température de 20°, tandis que pour les cultures dans les divers milieux artificiels la température de 30° semble plus favorable au développement du bacille.

» Dans un vin privé d'alcool par la distillation, la maladie se développe rapidement; après quelques jours, on constate de profondes modifications dans le milieu, ainsi qu'un goût amer très prononcé.

» Ce bacille a été de nouveau isolé des vins que nous avions rendus malades, et nous avons pu déterminer à nouveau l'amertume dans d'autres vins. »

BOTANIQUE. — *Sur l'aptitude à germer des spores de la Truffe et le rôle de l'arome.* Note de M. A. de Gramont de Lesparre, présentée par M. Chatin.

« L'aptitude des spores à germer dépend de leur état de conservation et, en second lieu, de la nature et de l'exposition des feuilles. J'examinerai d'abord le premier point, ce qui m'amènera à parler de l'arome.

» Si une Truffe mûre demeure en terre ou séjourne dans une chambre, elle subit l'une des deux transformations suivantes : ou bien elle se dessèche et durcit; ou bien elle entre en pourriture, pour mieux dire en fermentation, puisque le plus souvent cette décomposition est produite par un ferment genre *saccharomyces* et accompagnée de dégagement ammoniacal.

» La Truffe simplement desséchée devient aussi dure que le bois, mais cet état de dessiccation, complet en apparence, n'est qu'un trompe-l'œil; en réalité les asques et

leurs spores sont en grande partie intacts; mis en eau ils reprennent vite leur forme et leur bonne mine (*fig.* 1; n° 1 : pulpe de spore, n'ayant pas fermenté, vieille d'un an, humectée; n° 2 : pulpe de spore, n'ayant pas fermenté, vieille de deux ans).

» Extraites de leurs asques et ensemencées un an après la maturité, les spores germent très bien, quoique en moins grand nombre que si elles étaient fraîches : elles germent même après deux ans, mais les manquants sont encore plus nombreux. D'où il suit que si, dans cet état de conservation sèche, la Truffe vient à être humectée et à se ramollir en terre, le rôle des insectes continue de façon utile, car les spores sont encore aptes à reproduire.

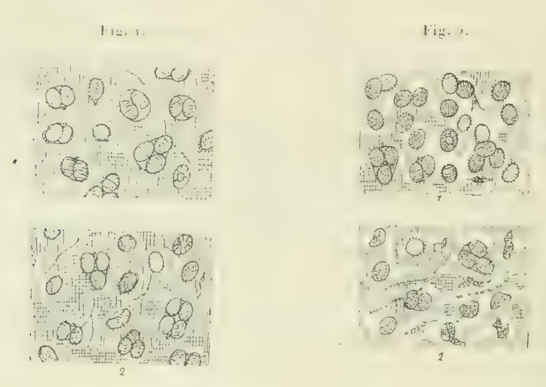
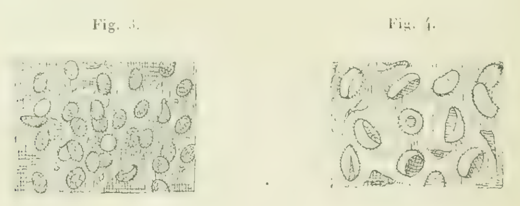


Fig. 1. Fig. 2.

» Lorsque, au contraire, la pourriture ou la fermentation ont attaqué la Truffe avant son dessèchement, les asques sont détruits, presque tous, au bout de quinze jours; tous sans exception, si la fermentation se prolonge (*fig.* 2; n° 1 : pulpe ayant fermenté dix jours à l'origine; n° 2 : pulpe ayant séjourné quinze jours en terre humide, en février; la pourriture a commencé; les insectes ou leurs larves ont détruit des asques et des spores).


Fig. 3. Fig. 4.

» Que la Truffe ou ses débris viennent alors à se dessécher, il reste des spores *isolées* plus ou moins intactes, plus ou moins racornies (*fig.* 3, pulpe ayant fermenté à fond, mais non encore desséchée; *fig.* 4, la même desséchée à fond).

» Celles-ci, lorsqu'elles ont été maintenues à l'ombre, à l'abri d'une forte chaleur, germent encore assez bien jusqu'en septembre; plus tard leurs facultés végétatives semblent diminuer; il en reste peu d'aptes à germer jusqu'en hiver, et plus du tout après. Encore ne s'agit-il ici que de spores qui n'ont pas été exposées au soleil ou conservées en terre surchauffée, car, dans ce cas, la stérilité est presque absolue.

» La Truffe qui a fermenté est donc relativement impropre à conserver l'espèce, puisqu'elle n'est guère apte à reproduire que de novembre à janvier, alors que la maturité même est souvent postérieure à cette date. En outre, la végétation d'été devenant très aléatoire, certains arbres, tels que le noisetier, seraient exposés à ne plus être fécondés. Au contraire, la truffe desséchée avant fermentation assure l'avenir pendant un an ou deux.

» Or de tous les végétaux il n'en est peut-être pas de plus fermentescible que la Truffe, avec sa pulpe épaisse et profonde, de composition azotée, et la quantité d'eau (72 pour 100) qu'elle renferme. Aussi fermenterait-elle toujours avant de sécher, si l'arome n'agissait comme un antiseptique, un retardateur.

» Un morceau de Truffe fraîche a été enfermé avec un peu d'eau, sans aucune précaution antiseptique, dans un tube de verre qu'il remplissait aux trois quarts. On a hermétiquement bouché. Trois mois après, la Truffe répandait encore un très fort parfum, une sorte d'arome modifié, mais point du tout une odeur de pourriture. En fait, il n'y avait pas décomposition; les asques étaient presque tous intacts. Dans ces mêmes conditions, si l'on avait laissé l'odeur s'évaporer, tous les asques sans exception auraient été détruits depuis longtemps.

» L'arome a donc pour but la conservation de l'espèce, par la protection des asques. Indirectement, il révèle la Truffe aux animaux tubérivores, mais il ne serait nul besoin pour cela qu'il fût aussi intense, puisque l'odeur beaucoup plus faible que dégage la Truffe desséchée (et non fermentée) suffit parfaitement à les attirer de juin à novembre. Cela n'a rien d'étonnant, si l'on considère le développement extraordinaire des facultés olfactives chez les insectes carnivores.

» De ces précautions que la nature a prises pour assurer la perpétuité de l'espèce, il ne suit pas que la spore de Truffe perde facilement sa faculté de germer. Le contraire est plutôt vrai.

» J'en ai vu partir qui semblaient être dans un état de dessèchement voisin de la *fig.* 2. Brisées, coupées en deux, elles germent encore, souvent avant leurs voisines intactes, ce qui prouverait, au moins pour les femelles, l'existence de germes multiples. J'en ai mis, après les avoir sorties de leur asque, dans de l'eau phéniquée à plus de 4 pour 100, où elles sont restées huit mois; je les ai ensemencées ensuite : plusieurs ont germé.

» En résumé, les Truffes fraîches ou vieilles d'un an, mais desséchées avant fermentation, donnent les meilleurs résultats.

» *Aptitude à germer d'après la nature et l'exposition de la feuille.* — De mai à la fin de juin les germes mâles isolés viennent plus facilement sur noisetier que sur chêne : plus tard, l'évolution totale serait plus rapide sur feuilles de noisetier, mais l'observation y est difficile et fatigante.

» Surtout à l'arrière-saison, la germination paraît être plus pénible sur conifères (épicéas, pins à cinq feuilles, genévriers, etc.,) que sur chênes. Le durcissement du sclérenchyme opposerait un obstacle souvent insurmontable au cheminement sous-épidermique des pseudospores, qui profitent alors, quelquefois, pour entrer et sortir, des pores stomatiques. Bien des spores femelles restent alors stériles.

» De juillet à la fin d'octobre, toutes les feuilles donnent de beaucoup meilleurs résultats, quant à la production des pseudo-spores, non seulement lorsqu'elles sont protégées des forts coups de vents et des pluies fouettantes, mais encore lorsqu'elles sont bien à l'abri du soleil. Par conséquent, pour les arbres en coteaux regardant le midi, le côté nord est préférable, pourvu que la feuille ne soit pas anémiée faute d'air. Les spores ensemencées au soleil, de juillet à la mi-octobre, sont très souvent stériles et tombent desséchées.

» A partir d'octobre et, en général, pour la formation des téleutospores, le soleil ne nuit pas; il faut avant tout des feuilles saines, vertes, aérées. Le froid, même assez intense, ne semble pas contrarier le développement des germes.

» Des expériences pratiques ont été tentées sur ces données, dans des conditions de terrain et de climat malheureusement à demi favorables. Le résultat ne sera connu que dans un délai dont j'ignore la durée. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la ktypéite, nouvelle forme de carbonate de calcium, différente de la calcite et de l'aragonite.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Le carbonate de calcium n'a été indiqué, jusqu'à présent, dans la nature, qu'à l'état cristallisé sous forme de calcite ou d'aragonite. On sait, en effet, que même les calcaires les plus compacts, les craies les plus terreuses se résolvent, au microscope, en un agrégat de petits cristaux de calcite. Aussi la découverte d'une nouvelle forme de carbonate de cal-

cium semble-t-elle mériter l'attention de l'Académie, d'autant plus que ce minéral constitue exclusivement les pisolites des sources thermales de Carlsbad en Bohême et d'Hammam-Meskoutine (Constantine), pisolites bien souvent décrits comme formés par de l'aragonite.

» Ces pisolites, qui peuvent atteindre plusieurs centimètres de diamètre, sont formés d'écailles concentriques qu'il est parfois facile d'enlever successivement. Ils prennent naissance à l'émergence de sources chaudes (95° C. à Hammam-Meskoutine). Les eaux jaillissantes mettent en suspension de petits fragments solides (quartz, feldspath, etc.) qui s'entourent d'une pellicule calcaire, augmentant jusqu'à ce que le pisolite ainsi formé devienne trop lourd et tombe au fond de l'eau. Il y trouve des pisolites de formation antérieure; un ciment d'aragonite plus ou moins abondant les réunit alors pour former une véritable roche. A Hammam-Meskoutine, ce ciment est très peu abondant, les pisolites s'impressionnent mutuellement à la façon des grains d'une grenade, prenant ainsi des formes polyédriques qui semblent indiquer qu'ils avaient au moment de leur formation une plasticité assez grande. Ces pisolites sont constitués par du carbonate de calcium avec quelques centièmes d'impureté [1].

» En étudiant des lames minces taillées dans les pisolites des deux localités précitées, j'ai constaté que, contrairement à l'opinion admise, ils ne sont constitués ni par de l'aragonite [2], ni par de la calcite. En lumière naturelle, on voit qu'ils sont formés par des couches concentriques, ayant l'aspect d'un émail ne possédant pas de structure fibreuse et étant homogènes. En lumière polarisée parallèle, toutes les sections de ces pisolites donnent une croix noire dont les irrégularités nombreuses sont en rapport avec la forme extérieure des globules étudiés et rappellent les figures bien connues, présentées par les grains d'amidon quand on les examine dans de semblables conditions. Des plages constamment éteintes donnent en lumière convergente une croix noire avec signe *positif;* cette croix noire se disloque un peu dans les pisolites de Carlsbad; dans ceux d'Hammam-Meskoutine.

---

(1) Voir, notamment pour ceux d'Hammam-Meskoutine, DUPARC, *Arch. Sc. phys. de Genève*, t. XX, p. 537; 1888.

(2) Par contre, les pisolites des sources de Vichy sont constituées par de l'aragonite fibreuse, leur aspect extérieur est tellement semblable à celui des pisolites de Carlsbad, que l'on peut se demander s'ils n'ont pas été originellement constitués par la même substance.

l'angle apparent des axes optiques peut atteindre 50°. Tandis que la calcite et l'aragonite optiquement négatives possèdent une très haute biréfringence, grâce à laquelle leurs lames ayant $0^{mm},02$ d'épaisseur présentent en lumière polarisée parallèle des teintes grises des ordres supérieurs de l'échelle de Newton, le minéral étudié, au contraire, montre pour la même épaisseur, au maximum, des teintes du deuxième ordre; elles varient d'une façon insensible dans un même globule; la biréfringence atteint 0,020 environ.

» Le choc ne modifie pas la structure intime de ces pisolites, mais il n'en est pas de même pour l'action de la chaleur. Aussitôt que le tube de verre, dans lequel on chauffe un pisolite intact, atteint le rouge naissant, le pisolite décrépite, puis détone avec une extrême violence, mettant souvent en pièces le tube de verre. Il se réduit en écailles assez fines pour que celles-ci, immergées dans du baume du Canada, se montrent transparentes et en partie seulement transformées en petits grains de calcite; en prolongeant l'action de la chaleur, on peut effectuer cette transformation d'une façon complète. Quand on chauffe avec précaution un de ces pisolites, après l'avoir fêlé d'un léger coup de marteau, il ne détone pas, il se transforme en calcite sans perdre sa structure macroscopique. Taillé en lames minces, il montre une structure analogue à celle des oolites des calcaires de Mamers et de Tonnerre; les éléments cristallins de calcite y sont de petite taille, sans orientation, mais pourtant la structure concentrique originelle reste distincte.

» La densité est variable dans les divers pisolites étudiés, et ce fait paraît tenir, d'une part, à des inclusions d'aragonite cryptocristalline qu'il est impossible d'éliminer mécaniquement, et, d'une autre, à la porosité de la substance. Les nombres obtenus oscillent entre 2,58 et 2,70 et indiquent, en tous cas, une densité inférieure à celle de la calcite (2,71).

» Des faits qui précèdent, il résulte que la substance des pisolites est soumise à des phénomènes de tension remarquables, se manifestant notamment par les propriétés en lumière polarisée parallèle et par l'explosion des globules; celle-ci ne paraît pas due, en effet, au changement d'état du nouveau minéral, car la plupart des lames écaillées sont intactes après l'explosion et ne se transforment complètement en calcite que par la prolongation du chauffage.

» Reste à savoir maintenant si cette trempe est la cause unique de la biréfringence de ce corps, qui, dans cette hypothèse, serait colloïde, ou si,

au contraire, elle ne vient que modifier les propriétés d'une substance naturellement biréfringente; dans cette hypothèse la forme élémentaire des produits composant les globules serait constituée par des lamelles dont l'aplatissement, perpendiculaire à l'axe optique unique ou à la bissectrice, coïncide en direction avec l'aplatissement des écailles.

» Quelle que soit, du reste, l'hypothèse adoptée, la substance de ces pisolites constitue une nouvelle forme du carbonate de calcium, différant à la fois de la calcite et de l'aragonite; je propose de la désigner sous le nom de *ktypéite* (κτυπέω), afin de rappeler sa propriété caractéristique de détoner quand on la chauffe. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Semoules et pâtes alimentaires.* Note de M. **Balland**. (Extrait.)

« On comprend généralement sous le nom de *pâtes alimentaires* le vermicelle, le macaroni, les nouilles et les petites pâtes pour potages, de formes très variées (lettres, étoiles, croix, lentilles, etc.), désignées encore sous le nom de *pâtes d'Italie,* bien que, depuis longtemps, nous ne soyons plus tributaires de ce pays. C'est en s'inspirant des remarquables travaux de Millon sur les blés d'Algérie (1851-1854) que M. Bertrand, de Lyon, à partir de 1855, a utilisé exclusivement les blés durs d'Afrique à la fabrication des pâtes alimentaires. L'impulsion donnée par ce grand industriel ne s'est pas ralentie et les pâtes fabriquées à Lyon et à Marseille, avec des semoules algériennes, rivalisent aujourd'hui en qualité et l'emportent en valeur alimentaire sur les plus belles pâtes d'Italie....

» Les semoules, beaucoup moins affleurées que les farines, s'obtiennent en traitant les blés suivant un mode de mouture spécial : elles représentent principalement cette partie gruauteuse du grain qui est comprise entre les couches centrales, moins azotées, et les enveloppes extérieures si riches en matières salines, grasses et cellulosiques. Aussi, leur composition diffère-t-elle notablement de celle des farines ordinaires : il y a plus d'azote, mais moins d'amidon, de graisse, de cellulose et de cendres.

» Les pâtes, qui ne sont que de la semoule pétrie avec de l'eau bouillante, moulée puis desséchée, ont exactement la composition des semoules employées à leur fabrication. Elles reprennent de l'eau, à froid et à chaud, en conservant leur forme : toutefois, si l'on en fait des pâtons après les

avoir broyées ou pulvérisées, on constate que le gluten, plus ou moins coagulé par l'eau bouillante, a perdu l'élasticité qu'il avait au début dans les semoules et qu'il ne se rassemble que très difficilement.

» Dans les analyses de semoules et de pâtes françaises que nous présentons, la qualité des denrées est généralement en rapport avec leur teneur en matières azotées. Nous y avons ajouté, à titre de comparaison, des analyses de semoules de riz, de tapioca exotique, et de tapioca factice fabriqué en France avec de la pomme de terre.

		Matière				
	Eau pour 100.	azotée pour 100.	grasse pour 100.	amylacée pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres pour 100.
Macaroni (1895)	11,60	10,98	0,45	76,05	0,28	0,64
Macaroni (1896)	12,10	12,20	0,85	74,27	0,33	0,25
Macaroni (1897)	12,00	10,89	0,65	75,70	0,26	0,50
Nouilles (1897)	11,90	11,58	0,60	75,21	0,26	0,45
Vermicelle (1896)	10,90	11,74	0,50	75,74	0,38	0,74
Vermicelle (1897)	10,00	12,51	0,80	75,51	0,28	0,90
Pâtes d'Italie (1896)	12,20	12,12	0,35	74,61	0,18	0,54
Pâtes d'Italie (1897)	10,40	12,51	0,80	75,23	0,30	0,76
Semoule (1895)	9,20	13,50	0,85	75,45	0,50	0,50
Semoule (1896)	9,20	10,42	0,55	78,63	0,45	0,75
Semoule (1896)	10,50	12,74	1,00	74,61	0,50	0,65
Semoule (1897)	10,50	11,96	0,60	75,79	0,50	0,65
Semoule de riz (1898)	10,80	7,34	0,30	80,96	0,40	0,20
Tapioca exotique (1897)	12,80	0,00	0,20	86,88	0,08	0,04
Tapioca indigène (1897)	16,00	0,45	0,15	82,95	0,00	0,45

M. **Ch. Zurcher** adresse une Note « Sur les apparences développées au moment de la dissolution de l'aniline dans l'eau ».

M. **Piraut** adresse une Note relative à la Pisciculture.

M. **Nabias** adresse une Note sur l'unité de la matière.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 février 1898.

Leçons de Chimie générale, professées au Collège de France, pendant l'année 1895-96, par Paul Schützenberger, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, publiées par les soins de M. O. Boudouard, Préparateur de la Chaire de Chimie minérale au Collège de France. Paris, O. Doin, 1898; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Association française pour l'avancement des Sciences. 26e session. Saint-Étienne, 1897. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Éd. Grimaux.)

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Tome IX. 1895-1896. Montpellier, C. Coulet, 1897; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Aimé Girard.)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, etc. Tome II. N° 1. Janvier 1898. Paris, Vicq-Dunod; 1 fasc. in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome XC (Ire et IIe Partie). Paris, Imprimerie Nationale, 1897; 2 vol. in-4°.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schützenberger. Paris; 1 fasc. in-8°.

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences). *Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique*. Directeur : Joseph Vinot. Troisième série. Mars 1898. Paris, Tours et Mayenne, E. Soudée; 1 fasc. in-4°.

The Smithsonian Institution (1846-1896). *The history of its first half century*. Edited by George Brown Goode. Washington, 1897; 1 vol. in-4°.

Fauna silurica de Portugal. Novas observacões acerca de Lichas (uratichas) ribeiro por I. F. N. Delgado. Lisboa, 1897; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 février 1898.

Précis de Minéralogie, par A. de Lapparent, Membre de l'Institut, Professeur à l'École libre des Hautes Études. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-18. (Hommage de l'auteur.)

La Diphtérie et la Sérumthérapie, études chimiques faites au pavillon Bretonneau, par le Dr G. Variot, Médecin de l'hôpital Trousseau pour enfants malades. Paris, A. Maloine, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey. Renvoyé au concours Montyon.)

Rainfall Tables of the British Islands, 1866-1890. London, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Meteorological observations at the stations of the second order for the year 1894. London, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Hourly means of the readings obtained from the self-recording instruments at the five observatories under the meteorological council 1894. London, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Quarterly current charts for the Pacific Ocean. Atlas gr. in-folio. (Présenté par M. Mascart.)

Dosage de l'hémoglobine et analyse quantitative d'un mélange de deux de ses variétés au moyen du spectrophotomètre, par le Dr L.-G. de Saint-Martin. Paris, O. Doin, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin international du Bureau Central Météorologique de France. Année 1897. 2e semestre; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome VI. N° 1. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 fasc. in-4°.

La Tribune médicale, Revue française et étrangère. Rédacteur en chef: J.-V. Laborde, Membre de l'Académie de Médecine, Directeur des travaux physiologiques à la Faculté de Médecine de Paris. 16 février 1898.

La Nature, revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur: Henri de Parville. 19 février 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. grand in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. Vol. XXVII. 1898. Dispensa 1a. Roma, 1898; 1 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve électrique. Oxydes de carbone et azote. Systèmes gazeux;* par M. Berthelot.

« Examinons maintenant l'action de l'effluve sur les composés carbonés oxygénés, mis en présence de l'azote libre, afin de les comparer avec les carbures d'hydrogène. Dans un sujet aussi vaste que celui que j'ai entrepris, il est nécessaire d'établir d'abord les grandes lignes expérimentales, c'est-à-dire de déterminer les limites des phénomènes et les rapports suivant lesquels les éléments s'unissent pour former des composés condensés. Je me propose de revenir ensuite sur l'étude individuelle des plus intéressants. Nous commencerons, dans le présent Mémoire, par les composés binaires, tels que l'oxyde de carbone et l'acide carbonique; puis nous étudierons les composés ternaires de diverses fonctions, alcools et éthers, aldéhydes et acides.

A. — OXYDES DE CARBONE.

I. — Oxyde de carbone proprement dit.

» (1). *Oxyde de carbone pur.* — Ce corps soumis à l'influence de l'effluve se transforme en un sous-oxyde, C^4O^3, d'après les expériences de Brodie et les miennes ([1]) :

$$5CO = C^4O^3 + CO^2.$$

Ce sous-oxyde est solide, brun, soluble dans l'eau, en formant une liqueur acide.

» (2). *Oxyde de carbone et azote.* — Volumes égaux; douze heures. Au bout de ce temps, on retrouve l'azote sans aucun changement; les deux tiers environ de l'oxyde de carbone étant changés en sous-oxyde et acide carbonique, par une action indépendante.

» (3). *Oxyde de carbone et hydrogène.* — *Excès d'hydrogène :*

$$100CO + 244H^2.$$

Vingt-quatre heures d'effluve.

» Tout l'oxyde de carbone a disparu, en même temps qu'un volume très sensiblement égal d'hydrogène, sans qu'il y ait production d'acide carbonique. Point d'acétylène. Le produit condensé pur répond dès lors à la formule d'un hydrate de carbone

$$(CH^2O)^n \quad \text{ou} \quad (CH^2O)^n + mH^2O.$$

» Ce n'est pas de l'aldéhyde méthylique ([2]), mais un polymère; ou plutôt un mélange de polymères, les uns insolubles dans l'eau, les autres solubles. On peut isoler ces derniers par une évaporation ménagée; une température plus élevée les carbonise, avec odeur de caramel. Ils ne réduisent pas le tartrate cupropotassique; mais ils exercent une action réductrice, peu marquée d'ailleurs, sur l'azotate d'argent.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 72.

([2]) Il est possible que cet aldéhyde se forme aux débuts, pour disparaître par la suite.

Cf. Losanitsch et Jovitschitsch, *Bull. de l'Ac. royale de Belgique*, 3e série, t. XXXIV, p. 269-277, et Hemptine, même Recueil. Leurs expériences répondent à des conditions différentes, la limite des phénomènes n'ayant pas été recherchée par ces savants.

» (4). *Oxyde de carbone et hydrogène. — Excès d'oxyde de carbone :* $100CO + 50,6H^2$. Vingt-quatre heures. — Tout l'hydrogène a disparu. Il reste $23^{vol},3$ de CO. Pas d'acide carbonique.

» Rapports des éléments condensés :

$$3CO : 2H^2 \quad \text{ou} \quad C^3H^4O^3.$$

» Ces rapports sont ceux de l'acide pyruvique. Ils répondent aussi à un hydrate de carbone, avec addition d'oxyde de carbone

$$2CH^2O + CO^2,$$

ou à un hydrate de carbone oxydé

$$C^6H^8O^4 + O^2,$$

comparable aux oxycelluloses.

» Le produit offre une odeur alcoolique fugace, provenant d'une trace de matière. Sa dissolution aqueuse exerce des actions réductrices, peu prononcées d'ailleurs, sur le tartrate cupropotassique et sur le chlorure mercurique neutre. Elle réduit mieux l'azotate d'argent ammoniacal.

» La matière soluble, isolée par évaporation ménagée, puis calcinée, se carbonise, en développant une odeur de caramel, avec nuance butyrique.

» (5). *Oxyde de carbone, hydrogène et azote* $(1^v + 2^v + 1^v)$:

$$100CO + 216,2H^2 + 113,2Az^2 \text{ (vingt-quatre heures).}$$

» Il ne reste ni acide carbonique, ni oxyde de carbone, ni hydrocarbure, ni ammoniac

H^2 disparu	147,1	Rapport 1 : 3,04
Az^2 absorbé	48,4	

» Rapports des éléments condensés :

$$CO : Az : H^3, \quad \text{soit} \quad CO + AzH^3.$$

» Ainsi, en présence d'un excès notable d'hydrogène, nous avons les rapports

$$CH^3AzO$$

c'est-à-dire ceux du formamide, ou plutôt d'un amide tel que

$$(CHO.AzH^2)^n \quad \text{ou} \quad (CHAz)^n, mH^2O + (n-m)H^2O$$

dérivé de cet hydrate de carbone $(CH^2O)^n$, qui résulte de l'action directe de l'hydrogène sur l'oxyde de carbone.

» (6). *Oxyde de carbone, hydrogène et azote* ($2^v + 3^v + 1^v$). — Les excès d'hydrogène et d'azote sont faibles ici :

$$100\,CO + 158,3\,H^2 + 62,5\,Az^2 \text{ (vingt-quatre heures).}$$

» Il ne reste ni acide carbonique, ni oxyde de carbone, ni gaz hydrocarboné, ni gaz ammoniac

H^2 disparu	131	Rapport 1 : 3,27
Az^2 absorbé	40	

» Rapports des éléments condensés :

$$CO : H^{2,6} : Az^{0,4}, \quad \text{soit} \quad CO + 0,8\,AzH^3, \quad \text{ou} \quad C^5H^4Az^4O + 4H^2O;$$

c'est la formule de la sarcine.

» Cependant si l'on tient compte de la condensation simultanée d'un excès de CO, rendue possible par l'insuffisance de l'hydrogène, ces rapports pourraient répondre à la relation plus simple $(CO.AzH^3)^n$, signalée plus haut. En réalité, il n'y a ici ni acide cyanhydrique, ni acide formique. Le produit est un mélange de matières solubles dans l'eau, lesquelles dégagent de l'ammoniaque par ébullition avec un alcali, et d'une matière insoluble, décomposable par calcination, avec odeur de corne brûlée et formation d'alcalis pyrogénés, de l'ordre de la quinoléine.

» D'après ces résultats, la réaction simultanée de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène sur l'azote développe des composés azotés complexes et condensés. Mais la quantité de matière sur laquelle j'opérais était trop petite pour tenter la séparation de ces composés. En définitive, ils dérivent, par substitution amidée, des hydrates de carbone qui se forment dans l'action de l'effluve sur un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

» Rappelons ici les alcalis exempts d'oxygène dérivés du glucose, que M. Tanret a obtenus par la réaction de l'ammoniaque. Mais les composés amidés dérivés de l'oxyde de carbone sont remarquables par leur plus grande richesse en azote; cet élément y étant contenu à atomes égaux avec le carbone, précisément comme dans l'acide cyanhydrique et ses dérivés.

» On peut en rapprocher notamment les polymères de l'acide cyanhydrique, tels que le dérivé amidé du nitrile malonique $C^3H(AzH^2)Az^2$; ou bien encore l'acétocyanamide, $C^4H^6Az^4O$, et certains corps congénères de la xanthine et de la série urique, tels que les principes de transformation de l'acide cyanhydrique signalés par M. A. Gautier. Toute cette famille se

rattache étroitement à l'acide formique et, par conséquent, à son anhydride, l'oxyde de carbone.

II. — Acide carbonique.

(1). *Acide carbonique pur.* — J'ai observé précédemment ([1]) que l'acide carbonique, soumis à l'action de l'effluve, pendant douze heures, se décompose, en produisant à la fois un gaz doué de propriétés très oxydantes (acide percarbonique), de l'oxyde de carbone, et le sous-oxyde de carbone précédemment signalé. Ceci s'observe en l'absence du mercure, et la réaction a lieu même en présence d'un excès d'oxygène. Si l'on opère sur le mercure, l'excès d'oxygène est absorbé par ce métal; mais on continue à obtenir du sous-oxyde. J'ai répété récemment cette dernière expérience.

» (2). *Acide carbonique et hydrogène.* — Il faut opérer avec une dose d'hydrogène double de celle employée pour l'oxyde de carbone.

» Soit $CO^2 + 2H^2$ (six heures) :

Gaz initial.	$CO^2 = 100$	Gaz final	$CO^2 = 3$
» . . .	$H^2 = 220$	» . . .	$H^2 = 27$

» Rapports des éléments condensés :

$$CH^4O^2 \quad \text{soit} \quad (CH^2O)^n + nH^2O.$$

» Le produit est en effet constitué par quelques gouttelettes d'un sirop aqueux, doué d'une odeur semblable à celle de l'acide acétique. Cette odeur disparaît presque aussitôt par évaporation et il reste une matière fixe et carbonisable par la chaleur, avec odeur de caramel.

» Cette matière, d'ailleurs, ne contenait pas d'aldéhyde méthylique; les réactions successives de l'ammoniaque et de l'eau bromée ayant donné des résultats négatifs. C'est un hydrate de carbone, congénère des sucres, identique avec celui que fournit l'oxyde de carbone; sans doute avec une trace d'acide acétique isomérique.

» (3). *Acide carbonique, azote et hydrogène* ($1^v + 1^v + 3^v$) :

Gaz initial.	$CO^2 = 100$	Gaz final.	CO^2, CO nuls
	$Az^2 = 125$		$Az^2 = 46,7$
	$H^2 = 300$		$H^2 = 46,7$

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, p. 143 et 144.

» Le produit, traité par l'eau, forme une liqueur spontanément effervescente, contenant de l'azotite d'ammoniaque.

» Rapports des éléments condensés :

$$CO^2H^{5,03}Az^{1,57};$$

soit

$$COAzH^3 + H^2O + Az^{0,57}$$

ou

$$4(CHO.AzH^2) + AzO^2, AzH^4 + 2H^2O;$$

c'est-à-dire un mélange du composé amidé que donne l'oxyde de carbone, avec l'azotite d'ammoniaque dissous dans 2 molécules d'eau. Peut-être s'agit-il ici d'une combinaison azoïque proprement dite, dissociable par l'eau. En tous cas, l'addition de l'eau avec le produit récemment obtenu manifeste, à froid, les réactions de l'acide azoteux, de l'ammoniaque, ainsi que l'effervescence lente des dissolutions de l'azotite. J'ai retrouvé la même formation avec d'autres corps, notamment les acides acétique et propionique, ainsi qu'il sera dit plus loin.

» (4). *Acide carbonique, azote et hydrogène* ($1^v + 1^v + 2^v$); vingt-quatre heures :

Gaz initial.......	$CO^2 = 100$	Gaz final.......	CO^2, CO nuls
	$H^2 = 200$		$H^2 = 13,5$
	$Az^2 = 114$		$Az^2 = 64,8$

» Rapports des éléments condensés :

$$CH^{3,73}AzO^2; \quad \text{soit } CH^{0,73}O^2 + AzH^3 \quad \text{ou} \quad CH^{1,73}(AzH^2)O^2,$$

formule voisine de $COAzH^2, H^2O$, ou plutôt d'un composé amidé qui dériverait, par substitution, d'un générateur plus oxydé que l'oxyde de carbone, tel qu'un dérivé uréique complexe. Mais je n'insiste pas, de tels produits nécessitant une étude plus spéciale.

» En résumé :

» 1° L'oxyde de carbone et l'acide carbonique, en réagissant sur un excès d'hydrogène, se condensent sous l'influence de l'effluve électrique en hydrates de carbone

$$\left.\begin{matrix} n(CO + H^2) \\ n(CO^2 + 2H^2) \end{matrix}\right\} = C^nH^{2n}O^n + mH^2O.$$

» Cette formation doit être rapprochée à la fois des réactions physiolo-

giques qui condensent l'acide carbonique et l'eau, en formant également des hydrates de carbone dans les végétaux, et des réactions pyrogénées qui ont pour point de départ la formation du résidu CH^2O, dans la distillation sèche des sels de l'acide formique : ces derniers dérivent pareillement de la réaction de l'oxyde de carbone et de l'eau.

» En effet, qu'il me soit permis de rappeler que j'avais, dès l'origine de mes recherches sur la synthèse des carbures d'hydrogène en 1860 ([1]), insisté sur la genèse de ce résidu CH^2O

$$2\,CHMO^2 = CH^2O + CO^3M$$

et sur sa métamorphose pyrogénée, d'abord en formène

$$2\,CH^2O = CO^2 + CH^4,$$

et consécutivement, par perte d'hydrogène, en carbures condensés C^nH^{2n}. J'ai particulièrement insisté, dans mes *Leçons sur les méthodes générales de synthèse en Chimie organique*, professées au Collège de France en 1864 ([2]), sur les relations que la formation de ce groupement CH^2O, dérivé pareillement de l'acide carbonique et de l'eau, établit entre les mécanismes de condensation moléculaire, qui règlent à la fois la synthèse physiologique des principes végétaux et la synthèse pyrogénée des carbures d'hydrogène. Les expériences actuelles montrent que les synthèses électriques procèdent également du même groupement et des mêmes composés binaires. Elles sont dès lors en connexion étroite avec la première série de mes expériences de synthèse.

» 2° Dans la réaction des oxydes de carbone et de l'hydrogène, sous l'influence de l'effluve, si l'hydrogène fait en partie défaut, on obtient des composés condensés plus oxydés.

» 3° Ajoutons de l'azote aux mélanges de l'hydrogène avec les oxydes de carbone; nous obtenons, si ces oxydes ne sont pas en excès, des composés, très riches en azote, de la formule

$$(COH^3Az)^n, \quad \text{ou} \quad (COH^3Az)^n - mH^2O,$$

composés dont la formule répondrait à celle des polymères de l'acide cyan-

([1]) *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. I; p. 13 et 24. Ce résidu était écrit en équivalents CHO.

([2]) Publiées la même année chez Gauthier-Villars. Voir p. 181.

hydrique et de leurs hydrates, et plus spécialement des corps de la série urique, ou xanthinique.

» Si les oxydes de carbone sont en excès, les composés azotés résultant de leur condensation se rattachent aux mêmes séries, ainsi qu'à la série des uréides.

» 4° Dans les cas où il se forme de l'eau libre au cours de ces réactions, ce qui arrive particulièrement en partant de l'acide carbonique, on voit apparaître l'azotite d'ammoniaque, produit normal de la fixation de l'azote sur les éléments de l'eau.

» Tels sont les caractères fondamentaux des réactions de l'effluve, poussées à leur limite, sur les mélanges que les oxydes du carbone constituent avec l'hydrogène et l'azote. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve électrique. — Alcools et dérivés éthérés, en présence de l'azote*; par M. **Berthelot**.

« Je vais examiner les réactions de l'effluve électrique sur les alcools en présence de l'azote : alcools méthylique, éthylique, propylique normal et isopropylique, allylique; ces réactions étant poussées jusqu'à leur limite. J'y joindrai quelques essais qualitatifs sur les phénols de diverses valences; puis j'exposerai des expériences, toujours poussées jusqu'à la limite, avec les composés alcooliques formés par déshydratation, tels qu'un éther simple, l'éther glycolique ou pseudoxyde d'éthylène, et les éthers dialcooliques : méthylique et éthylique (éther ordinaire). Ces expériences ont été exécutées les unes sur les éthers gazeux, lorsque leur tension de vapeur est suffisante, les autres sur un poids connu des alcools, contenu dans une petite ampoule, poids calculé de façon à maintenir le composé en présence d'un excès de gaz azote. Voici les résultats :

I. — Alcool méthylique : CH^4O.

» (1). *Alcool méthylique* : 0gr,0515; Az = 11cc,5 (vingt-quatre heures). Gaz dégagés : H^2 = 18cc,5; CO = 0cc,9. Az^2 absorbé = 9cc,4 (pour les mêmes *h* et *t*).

» Le volume des gaz étant connu, ainsi que les conditions de pression et de température, on trouve que les chiffres obtenus pour le produit condensé répondent aux rapports des éléments suivants :

$$CH^4O + \tfrac{1}{2}Az - H;$$

soit

$$C^4H^{12}Az^2O^4 \qquad \text{ou} \qquad [C^2H(HO)(AzH^2) + H^2O]^2.$$

» Ce serait la formule d'un composé de l'ordre des amidines, ou de leurs hydrates, congénère du dérivé du formène $(C^2H.AzH^2)^n$, signalé dans une Note précédente, et offrant le même rapport atomique entre le carbone et l'amide.

» (2). L'expérience suivante se rapporte aux débuts de la réaction, c'est-à-dire à un moment où l'absorption de l'azote étant à peine commencée, la réaction ne représente guère que les débuts de la décomposition propre de l'alcool méthylique. On opérait sur $CH^4O = 0^{gr},55$: $Az^2 = 14^{cc},0$; gaz obtenus : 37^{cc} (réduits à *h* et *t* initiaux):

H^2	$16^{cc},3$
CH^4	4,7
CH^4O (vapeur)	2,6
CO^2	0,5
CO	1,2
Az^2	11,7
	37,0

» Az absorbé $2^{cc},3$.

» La formation des gaz observés répond à la coexistence de réactions simples, telles que

$$(1) \qquad nCH^4O = (CH^2O)^n + nH^2,$$

réaction dominante, comme l'atteste la forte dose de l'hydrogène formé. Elle se traduit par la formation de produits condensés, faciles à constater et comparables aux dérivés polymérisés des oxydes de carbone et des carbures d'hydrogène,

$$(2) \qquad 2CH^4O = CH^4 + CO^2 + 2H^2$$

et consécutivement, $CH^4O + H^2 = CH^4 + H^2O$;

$$(3) \qquad CH^4O = CO + 2H^2.$$

» (3). Une autre expérience a eu pour objet d'examiner un degré plus avancé de la réaction, encore éloignée de sa limite :

$$CH^4O = 0^{gr},181 ; Az^2 = 12^{cc},2.$$

» Après une heure trente minutes, : gaz recueillis $71^{cc},5$ (réduits à *h* et *t* initiaux):

H^2	$42^{cc},8$
CH^4	11,0
CH^4O (vapeur)	1,2
CO	5,4
CO^2	5,0
Az^2	6,1
	71,5

» Az absorbé $6^{cc},1$; soit $\frac{Az}{10}$ pour CH^4O initial; l'absorption n'ayant atteint que le cinquième de sa limite.

» Pour CH^4O, il s'est formé $\frac{1}{3,5}H^2$ $\frac{1}{13}CH^4$; $\frac{1}{30}CO$; $\frac{1}{30}CO^2$.

» L'hydrogène a crû ainsi, un peu au delà de la moitié de sa proportion finale; le formène a crû aussi proportionnellement à l'hydrogène, sauf à disparaître dans la dernière période de l'expérience ; de même pour l'oxyde de carbone. Ceci montre que les réactions décomposantes du début ont continué à se développer, pendant que l'azote commençait à s'absorber.

II. — ALCOOL ÉTHYLIQUE : C^2H^6O.

» (1). *Alcool éthylique*, $0^{gr},056$. — $Az^2 = 19^{cc},1$ (vingt-quatre heures). Gaz (réduits aux mêmes *h* et *t*):

H^2	$26^{cc},8$
CO^2	0,2
Az^2	8,2
	35,2
Az^2 absorbé	10,9

» Tout calcul fait, on trouve :

» Rapports des éléments condensés :

$$C^2H^6O - H^2 + Az^{0,8};$$

soit

$$C^{10}H^{20}Az^4O^5 \quad \text{ou} \quad C^{10}H^{10}Az^4, 5H^2O.$$

» L'hydrogène éliminé par une molécule d'alcool éthylique est double de l'hydrogène éliminé par une molécule d'alcool méthylique.

» On pourrait simplifier la formule précédente, en admettant qu'un cinquième de l'alcool se fût transformé séparément sans absorber d'azote,

le rapport atomique entre l'hydrogène éliminé et l'azote fixé étant celui de 2 : 1. On aurait ainsi le rapport

$$C^4H^8Az^2O^2 \quad \text{ou} \quad [C^2H(HO)AzH^2)]^2,$$

le même, à une double molécule d'eau près, que celui observé pour l'alcool méthylique.

» En fait, une molécule d'alcool éthylique absorbe près du double de l'azote absorbé par une molécule d'alcool méthylique. Cette relation contraste avec celle qui existe entre les produits azotés dérivés du formène et les produits dérivés de l'éthylène, moitié moins riche en azote pour une molécule.

» Nous venons d'exposer la réaction limite, examinons les produits des réactions initiales.

» (2). $C^2H^6O = 0^{gr},176$. $Az^2 = 18^{cc},6$. Débuts, après une heure et demie d'effluve :

Gaz	$H^2 =$	$27^{cc},9$
	$C^2H^6 =$	2,0
	$CO =$	3,3
	$CO^2 =$	0,6
	$Az^2 =$	15,2
		49,0

» La formation de l'hydrogène est déjà le phénomène dominant, attribuable à une décomposition propre d'un tiers environ de l'alcool condensé sous forme de $(C^2H^4O)^n - nH^2$ ou $(C^2H^2 + H^2O)^n - nH^2$.

» La dose d'azote absorbé simultanément était seulement $3^{cc},4$, c'est-à-dire la dixième partie du chiffre répondant à la limite atteinte, dans l'expérience (1), pour une molécule d'alcool mise en réaction.

» (3). $C^2H^6O = 0^{gr},8$ environ. $Az = 16^{cc}$. Débuts :

Gaz......	$H^2 =$	$42^{cc},6$
	$C^2H^6 =$	4,2
	C^2H^4 et traces $C^2H^2 =$	0,8
	C^2H^6O vapeur	1,6
	$Az^2 =$	6,8
		56,0

» Il y avait, en outre, une trace de AzH^3 libre. Les produits condensés possèdent une odeur irritante, qui rappelle les huiles de résine. La réaction

initiale offre ici le même caractère que dans l'expérience (2). Cependant, la dose d'azote absorbé est plus forte ($9^{cc},2$), tout en demeurant le phénomène accessoire; cet excès correspondant sans doute à la proportion beaucoup plus grande de l'alcool initial.

III. — Alcool propylique normal : C^3H^8O.

» (1). *Alcool propylique normal :* C^3H^8O... $0^{gr},082$ Az^2... $19^{cc},6$ (vingt-quatre heures).

» Gaz restants (réduits à *h* et *t* originels) :

H^2	23,4
CO^2	2,0
CO	0,2
Az^2	7,4
	33,0

» Az absorbé $12^{cc},2$. En négligeant CO^2 et CO dont la proportion est minime, on trouve : rapports des éléments condensés

$$C^3H^8O \quad H^2 + Az.$$

» Ainsi une molécule d'alcool propylique normal a perdu 2 atomes d'hydrogène, comme l'alcool ordinaire, et gagné 1 atome d'azote, ce qui répond aux rapports

$$C^6H^{12}Az^2O^2 \quad \text{ou} \quad C^6H^8Az^2,\ 2H^2O,$$

soit

$$|C^3H^2(AzH^2)H^2O|^2 \quad \text{ou} \quad |C^3H^3(HO)(AzH^2)|^2.$$

» Ces rapports sont semblables aux rapports observés pour l'alcool éthylique. En effet, dans un cas comme dans l'autre, la molécule du dérivé azoté de l'alcool est plus azotée que celle du carbure correspondant : relation correspondant à l'intervention de l'oxygène (ou de l'hydroxyle) dans la constitution des dérivés azotés des alcools.

IV. — Alcool isopropylique : C^3H^8O.

» (1). *Alcool isopropylique* : C^3H^8O.. $0^{gr},0493$ Az^2... $18^{cc},4$ (vingt-quatre heures) :

		cc
Gaz restants :	H^2	22,7
	CO	0,6
	Az^2	7,0
		30,3

» Azote absorbé : $11^{cc},4$.

» Rapports des éléments condensés :

$$C^3H^8O - H^2 - Az^{1,1}.$$

» Ce sont les mêmes rapports que pour l'alcool propylique, et dès lors les mêmes conclusions.

V. — Alcool allylique : C^3H^6O.

» (1). *Alcool allylique* : C^3H^6O... $0^{gr},150$ Az.... $23^{cc},5$ (vingt-quatre heures) :

Gaz restants :	H^2................	6,8
	Az^2................	4,3
		11,1

» Az^2 absorbé : $19^{cc},2$. Formation d'une substance à réaction fortement alcaline.

» On remarquera combien la dose d'hydrogène dégagée est faible, comparée à celle qui se développe aux dépens des alcools propylique et éthylique : relation d'autant plus nette qu'elle se retrouve dans la réaction de l'effluve sur l'allylène. Ainsi l'effluve ne manifeste presque aucune tendance à séparer l'hydrogène des composés moins riches en hydrogène que ceux de la série grasse.

» Rapports des éléments condensés :

$$3C^3H^6O - Az^2 - \tfrac{2}{3}H.$$

» Si l'on admet qu'un peu d'hydrogène a été fixé par quelque action secondaire, de façon à en ramener la proportion éliminée dans la réaction principale à 1 atome, ces rapports deviennent

$$C^9H^{16}Az^2O^3 \quad \text{ou} \quad [C^3H^3(HO)]^3(AzH^2)^2.$$

» La dose d'azote ainsi fixée sur 1 molécule d'alcool est, dans tous les cas, inférieure d'un tiers à celle que fixe 1 molécule d'alcool propylique. Elle est, au contraire, supérieure à celle qui est fixée sur 1 molécule d'allylène. C'est là une relation analogue à celle qui existe entre l'éthylène et l'alcool éthylique : ce qui montre, par un nouvel exemple, la différence qui existe entre les termes hydrogénés (carbures) et les termes hydroxylés (alcools) d'une même série, au point de vue de la fixation électrique de l'azote.

» Voici quelques essais exécutés sur les phénols, corps congénères des alcools; essais moins complets à cause de la fixité de ces composés, mais qui présentent cependant quelques renseignements intéressants, soit au point de vue de l'azote fixé, soit au point de vue de l'hydrogène dégageable, par les corps isomères et par les corps de valence différente.

VI. — PHÉNOL : C^6H^6O.

» Quelques décigrammes du composé ont été introduits au fond de l'éprouvette à effluves renversée et étalés à la surface par une fusion, suivie de solification convenable : $Az^2 = 20^{cc},5$; vingt-quatre heures.

» L'absorption de l'azote a été presque complète ($18^{cc},3$); aucun gaz, hydrogène, oxyde de carbone, carbure, ne s'est dégagé. Le produit azoté formé était neutre au tournesol. On n'a pas recherché la limite, le fait d'une absorption considérable étant constaté.

VII. — PHÉNOLS DIATOMIQUES : $C^6H^6O^2$.

» On a opéré sur quelques décigrammes du composé cristallisé, sans le fondre. Vingt-quatre heures :

	Pyrocatéchine (ortho).	Hydroquinon (para).	Résorcine (méta).
	cc	cc	cc
Az absorbé	9,8	0,9	0,9
H^2 dégagé..............	0	0	0,1
CO, carbures...........		nuls sensiblement	

» On observe une différence considérable entre les absorptions d'azote par ces trois composés, dans les mêmes conditions de temps et d'appareils. Rien ne prouve que la limite ait été atteinte. Les produits étaient neutres au tournesol, même le dérivé de la pyrocatéchine.

» Il est remarquable que l'hydroquinon, qui perd si facilement deux atomes d'hydrogène pour se changer en quinon, n'éprouve pas une semblable perte sous l'influence de l'effluve.

VIII. — PHÉNOL TRIATOMIQUE : $C^6H^6O^3$.

» *Pyrogallol.* — Quelques décigrammes en poudre :

	cc
Az absorbé..............................	2,4
H^2 dégagé	0,6
CO.......................................	0,3

Ni CO^2, ni carbures.

» Ces résultats montrent une grande diversité dans la saturation des divers phénols par l'azote. Le phénol ordinaire a seul manifesté une tendance notable à fixer cet élément. On doit noter que les phénols ne dégagent, pour ainsi dire, point d'hydrogène sous l'influence de l'effluve électrique, de même que les dérivés benzéniques en général.

DÉRIVÉS DES ALCOOLS.

» Nous examinerons seulement les dérivés formés par déshydratation.

IX. — Éther glycolique : C^2H^4O (pseudoxyde d'éthylène).

» Dérivé du glycol, renfermant le même nombre d'atomes de carbone dans la molécule. Ce corps est gazeux à la température ordinaire.

» *Éther glycolique* et azote à volumes égaux (excès d'azote); vingt-quatre heures :

Gaz initial........	$C^2H^4O = 100$	Gaz final..........	$H^2 =$	5,5
	$Az^2 = 115,5$	(réduit aux mêmes *h* et *t*).........	$C^2H^6 =$	0,4
			$Az^2 =$	10,1
				16,0
	Ni CO^2, ni CO, ni C^2H^2.			
Az^2 absorbé............				104,9

» Rapports des éléments condensés, sensiblement :

$$C^2H^4Az^2O \quad \text{ou} \quad [C^2O(AzH^2)^2]^n,$$

isomère d'un hydrate de cyanamide, mais avec une constitution différente. L'hydrogène dégagé est très faible, soit $\frac{H}{10}$ environ ; tandis que l'azote s'est ajouté en combinaison, à volumes égaux, avec l'éther glycolique. Le composé formé répondrait au dérivé de l'alcool, mais avec une dose d'azote double pour une molécule génératrice renfermant 2 atomes de carbone : ce qui correspond au caractère bivalent du glycol générateur, comparé à l'alcool éthylique.

X. — Éther diméthylique ou oxyde de méthyle : $(CH^3)^2O$.

» Ce corps dérive de deux molécules d'alcool méthylique. Il est gazeux.

» (1). *Éther diméthylique et azote.* — Volumes égaux (excès d'azote); vingt-quatre heures :

Gaz initial.....	$C^2H^6O = 100$	Gaz final.......	$H^2 = 86$
»	$Az^2 = 127,9$	»	$Az^2 = 65,6$
		Ni CO^2, ni CO, ni C^2H^2.	
		Az^2 absorbé.....	62,3

» Rapport des éléments condensés :

$$C^2H^6O - H^{1,72} + Az^{1,25} \quad \text{ou} \quad C^2H^{4,3}OAz^{1,25}.$$

» Le rapport atomique du carbone à l'azote est fort voisin de celui observé pour le dérivé de l'alcool méthylique; tandis que le rapport du carbone à l'oxygène est moitié plus petit. Mais les rapports ci-dessus s'appliquent sans doute à un mélange. En tous cas, ils sont voisins de ceux que fournit l'alcool éthylique : C^2H^4AzO; ce qui mérite d'autant plus attention que cet alcool est isomère avec l'éther diméthylique.

XI. — Éther diéthylique (oxyde d'éthyle) : $(C^2H^5)^2O$.

» En raison de la grande tension de vapeur de ce corps, on a pu opérer sur son mélange gazeux avec l'azote.

» (1). *Éther diéthylique et azote* (excès d'azote). — Vingt-quatre heures :

Gaz initial.....	$C^4H^{10}O$ 100	Gaz final.....	H^2 174,2
»	Az^2 141	»	Az^2 44,6
		Az^2 absorbé.......	96,6

» Il ne reste ni CO^2, ni CO, ni carbure gazeux.

» Le volume de l'azote absorbé est sensiblement égal au volume de l'éther; c'est-à-dire que le rapport atomique du carbone à l'azote est celui de 4 : 2 ou de 2 : 1, précisément comme on l'a admis pour l'alcool éthylique.

» Rapports des éléments condensés :

$$C^4H^{10}O - H^{3,58} + Az^2 = C^4H^{6,4}Az^2O.$$

» Avec l'alcool, on a admis plus haut $C^4H^8Az^2O^2$ ou $C^4H^6Az^2, H^2O$: c'est-à-dire le même, à une molécule d'eau près. La relation entre l'azote fixé par les éthers diméthylique et diéthylique est d'ailleurs celle du simple

au double pour une molécule, précisément comme pour les alcools correspondants; ce qui confirme l'existence d'une relation directe entre le composé azoté et la molécule génératrice.

» En résumé, sous l'influence de l'effluve :

» 1° Tous les alcools étudiés fixent de l'azote, en formant des composés condensés de nature amidée et spécialement alcaline (amidines et corps congénères).

» Examinons d'abord ce qui concerne les pertes d'hydrogène accomplies simultanément.

» 2° Cette fixation d'azote est accompagnée, dans le cas des alcools de la série grasse $C^n H^{2n+2} O$, par une perte d'hydrogène, s'élevant à 2 atomes pour les alcools éthylique et propylique; à 1 seul atome pour l'alcool méthylique, qui fait exception.

» 3° Cette perte d'hydrogène doit être rapprochée de celle qu'éprouvent les carbures saturés CH^4 et C^2H^6, soit libres, soit en présence de l'azote; lesquels carbures perdent précisément 2 atomes de carbone sous la même influence.

» Au contraire, l'alcool allylique, type des alcools $C^n H^{2n} O$, ne perd pour ainsi dire pas d'hydrogène, tandis que ses éléments s'unissent à l'azote : ceci le rapproche de l'acétylène et de l'allylène, au point de vue des réactions de l'effluve.

» 4° Les phénols fixent l'azote sous l'influence de l'effluve.

» Cette fixation a lieu avec des vitesses et des proportions inégales, suivant leur constitution et leur valence.

» 5° Les phénols ne perdent pas d'hydrogène en proportion notable pendant le cours de cette fixation, pas plus que les carbures benzéniques dont ils dérivent.

» Ce fait mérite surtout d'être noté pour l'hydroquinon, si facile à séparer de 2 atomes d'hydrogène par une multitude de réactions.

» Comparons maintenant entre eux les composés azotés que les alcools forment sous l'influence de l'effluve.

» 6° Une molécule des alcools de la série grasse fixe 1 atome d'azote pour 2 atomes d'hydrogène éliminés. Il résulte de cette relation, comparée à la conclusion 2°, que 1 atome d'azote est fixé pour 2 molécules d'alcool méthylique; tandis que la même fixation répond à peu près à 1 seule molécule des alcools éthylique et propyliques, lesquels se comportent de la

même manière. Mais pour l'alcool allylique, qui ne perd presque pas d'hydrogène, il faut 3 molécules de l'alcool pour fixer 2 atomes d'azote.

» 7° Ces relations doivent être rapprochées de la fixation de l'azote par les carbures d'hydrogène générateur des alcools.

» Pour le formène et l'alcool méthylique, le rapport entre le nombre d'atomes de carbone et celui de l'azote est le même.

» Pour l'éthane (ou l'éthylène), ce rapport est, au contraire, à peu près la moitié de celui observé avec l'alcool éthylique. La même observation s'applique au propylène, comparé aux alcools propyliques : ce qui prouve qu'il ne s'agit pas d'une relation purement individuelle.

» 1 molécule d'alcool allylique fixe également plus d'azote qu'une molécule d'allylène ; cette fois dans le rapport de 3:5; ce qui montre d'ailleurs que la diversité de réaction par rapport à l'azote, constatée entre l'allylène et les carbures C^nH^{2n+2} et C^nH^{2n}, se retrouve entre les alcools correspondants.

» 8° Signalons les résultats fournis par la fixation électrique de l'azote sur les corps isomères.

» Cette fixation a lieu suivant les mêmes rapports sur les deux alcools propylique normal et isopropylique ; précisément comme sur le propylène et le triméthylène.

» Au contraire, les trois phénols diatomiques ont présenté, à cet égard, des diversités considérables; lesquelles tiennent peut-être, en partie du moins, à la vitesse inégale de l'absorption de l'azote par des composés solubles de cohésion différente.

» 9° Il existe évidemment une relation entre la perte d'hydrogène éprouvée par les carbures et les alcools saturés sous l'influence de l'effluve, et la fixation de l'azote par ces composés. A première vue, on serait tenté de rapprocher cette perte de celle qui transforme ces alcools en aldéhydes, et, par conséquent, de regarder les composés azotés comme des dérivés aldéhydiques proprement dits. Cette opinion, par le fait, trouve quelque appui dans la circonstance qu'une molécule d'allylène, d'acétylène, d'alcool allylique (et des phénols) ne fixe l'azote qu'en dose relativement fort inférieure à celle qui est fixée par les alcools et les carbures éthyléniques. Cependant, on peut objecter que l'alcool allylique, l'allylène, l'acétylène et les phénols, l'hydroquinon en particulier, ne perdent point d'hydrogène en proportion bien sensible sous l'influence de l'effluve. Une telle circonstance tendrait à établir que les composés azotés, formés sous

l'influence de l'effluve, ont plutôt une constitution cyclique, c'est-à-dire celle de corps relativement saturés : ce qui les rapproche des séries pyridique et quinoléique, dérivées elles-mêmes, comme on sait, des aldéhydes par condensation moléculaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les fonctions fuchsiennes et l'équation* $\Delta u = e^u$. Note de M. H. **Poincaré**.

« Parmi les équations de la forme

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = \varphi(x, y) v, \tag{1}$$

où φ est une fonction rationnelle de deux variables x et y liées par une relation algébrique *donnée*

$$f(x, y) = 0, \tag{2}$$

parmi toutes ces équations, dis-je, qui admettent des points singuliers donnés et de telle façon que la différence des racines de chaque équation déterminante soit un entier donné, il y a toujours une équation fuchsienne, c'est-à-dire engendrant des fonctions fuchsiennes.

» Nous avons donné de ce fait, M. Klein et moi, une première démonstration fondée sur le principe de continuité. Plus tard, M. Picard a ramené la question à l'intégration de l'équation

$$\Delta u = e^u \tag{3}$$

et il a démontré l'intégrabilité de cette équation par une méthode qu'il a imaginée et qui consiste à l'établir d'abord pour un domaine assez petit pour l'étendre ensuite au plan entier.

» Voulant éviter ce détour, j'ai cherché une méthode nouvelle dont je vais exposer maintenant le principe.

» J'introduis la *surface de Klein :* c'est une surface fermée ; à tout point *réel* de cette surface correspond un point imaginaire de la courbe (2) et inversement. Je pose d'ailleurs

$$Du = \Delta u \frac{d\Omega}{d\omega},$$

où $d\omega$ est un élément de la surface de Klein et $d\Omega$ l'élément correspondant

du plan des x. L'équation (3) se ramène alors à la forme

$$\mathrm{D}U = \Theta e^{U} - \Phi, \tag{4}$$

où Θ et Φ sont deux fonctions données, la première toujours positive.

» Le problème de la formation de l'équation fuchsienne se ramène à la détermination de la fonction U qui doit être partout finie.

» L'analyse repose sur certaines inégalités très simples qui se déduisent d'une remarque unique : si U est maximum, DU est négatif; si U est minimum, DU est positif.

» Je commence par intégrer l'équation

$$\mathrm{D}u = \varphi, \tag{5}$$

où φ est donnée ; cette intégration n'est possible que si

$$\int \varphi \, d\omega = 0,$$

l'intégrale étant étendue à tous les éléments $d\omega$ de la surface de Klein. L'équation (5) est de même forme que l'équation bien connue de la théorie du potentiel

$$\Delta u = \varphi,$$

que l'on intègre par la fonction de Green. L'équation (5) s'intègre par un procédé analogue ; la fonction qui joue le rôle de la fonction de Green est la partie réelle d'une intégrale abélienne de troisième espèce facile à former.

» J'étudie ensuite l'équation

$$\mathrm{D}u = \lambda \eta u - \varphi - \lambda \psi, \tag{6}$$

où η, φ, ψ sont trois fonctions données, la première toujours positive et où λ est un paramètre positif.

» Je montre d'abord que l'équation est intégrable pour les petites valeurs de λ et que l'intégrale peut se développer suivant les puissances de λ. Je montre ensuite que, si elle est intégrable pour $\lambda = \lambda_0$, elle le sera encore pour les petites valeurs de $\lambda - \lambda_0$ et que l'intégrale peut se développer suivant les puissances de $\lambda - \lambda_0$. Je conclus que l'équation est intégrable pour toutes les valeurs positives de λ.

» Il y a un cas où cette méthode est en défaut. C'est quand le polygone fuchsien a des sommets sur le cercle fondamental ; dans ce cas il y a des

points où les fonctions η et θ deviennent infinies comme

$$\frac{1}{x^2 \log^2 x}.$$

» Dans ce cas d'ailleurs, la méthode de M. Picard est également en défaut. Je ne puis entrer dans le détail des artifices que j'ai dû employer pour triompher de cette difficulté. Cela a été la partie la plus longue de mon travail.

» Je me bornerai à dire que l'intégrale est toujours finie, qu'elle peut se développer suivant les puissances de λ, mais que les termes du développement peuvent devenir infinis.

» C'est ainsi que la fonction x^λ reste finie pour $x = 0$, si λ est positif; qu'elle peut se développer suivant les puissances de λ

$$x^\lambda = 1 + \lambda \log x + \frac{\lambda^2}{2} (\log x)^2 + \ldots,$$

mais que les termes du développement deviennent infinis pour $x = 0$.

» Cette difficulté vaincue, j'aborde l'équation

$$(7) \qquad \mathrm{D}u = \theta e^u - \varphi - \lambda\psi,$$

où θ, φ et ψ sont connus et positifs, et où λ est un paramètre positif.

» Je suppose qu'on sache intégrer l'équation (7) pour $\lambda = 0$; je puis alors former une série procédant suivant les puissances de λ et satisfaisant à (7). J'obtiens chaque terme par l'intégration d'une équation de la forme (6); et, grâce aux inégalités établies au début, je montre facilement que la série converge, si λ est assez petit.

» On peut démontrer alors de proche en proche, comme pour l'équation (6), que l'équation est intégrable pour toutes les valeurs positives de λ.

» En résumé, l'équation (4) est intégrable si Φ est toujours positif, et il est aisé de conclure qu'elle l'est encore pourvu que

$$(8) \qquad \int \Phi\, d\omega > 0.$$

» Cette condition est nécessaire et suffisante. Il reste à vérifier que cette condition (8) est remplie dans les applications que l'on a à faire aux fonctions fuchsiennes. Cette vérification est facile.

» On peut entrevoir la possibilité d'une démonstration rigoureuse fondée sur le calcul des variations. Il est aisé de former une intégrale double qui doit être minimum si l'équation (4) est satisfaite. Mais ce genre de raison-

nement n'est pas satisfaisant parce que, cette intégrale dépendant d'une fonction arbitraire, il n'est pas certain qu'elle ait un minimum proprement dit.

» Heureusement, dans le problème qui nous occupe, la fonction inconnue $\varphi(x, y)$ doit satisfaire à certaines conditions; elle dépend seulement d'un nombre *fini* de *constantes* inconnues. La fonction u dépendra donc elle-même d'un nombre fini de constantes inconnues. Notre intégrale double, ne dépendant plus d'une fonction arbitraire, mais d'un certain nombre de paramètres arbitraires, aura certainement un minimum et la démonstration pourra devenir rigoureuse. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur un cas particulier du mouvement des liquides.* Mémoire de M. E. Fontaneau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussinesq, Sarrau, Callandreau.)

« Ce Travail est la suite d'une Communication faite à l'Académie dans sa séance du 23 novembre 1896. Par une transformation très simple des équations générales de l'Hydrodynamique, mais à laquelle me paraît correspondre une proposition qui a quelque analogie avec le principe des aires, j'y ai mis en évidence une fonction Π définie par l'égalité

$$Lp + Mq + Nr = \Pi,$$

où p, q, r désignent les composantes de la vitesse du liquide et L, M, N les composantes de la rotation élémentaire, ou, suivant une expression due à Helmholtz et plus usitée, du tourbillon.

» Je me suis actuellement proposé d'abord d'intégrer les équations de l'Hydrodynamique dans le cas particulier ou l'on aurait $\Pi = 0$, c'est-à-dire lorsque l'axe de la rotation élémentaire est, en tous les points de la masse fluide, perpendiculaire à la direction de la vitesse. J'ai dû pour cela employer le système de coordonnées curvilignes biorthogonales. Comme ce système n'a encore donné lieu à aucune application importante et n'est qu'imparfaitement connu, j'ai été obligé d'en exposer les principales propriétés.

» La suite naturelle des idées m'a conduit à rechercher s'il était possible de donner plus d'extension au procédé dont je m'étais servi dans un cas particulier. C'est un but que j'ai atteint, grâce à une légère modification

du calcul; il en est résulté une méthode générale d'intégration des équations eulériennes de l'Hydrodynamique, dont je n'ai d'ailleurs pas fait d'application.

» Pour éviter l'équivoque, je dois prévenir ici que je donne au terme d'*intégration* le sens précis que lui donnait Lagrange, ainsi que les géomètres de son temps. Je ne pouvais pas me proposer d'autre objet, parce que les conditions aux limites ne sont encore qu'imparfaitement définies, comme on peut s'en assurer par une lecture attentive des leçons de Kirchhoff sur la Physique mathématique.

» Quoi qu'il en soit, l'esprit de la méthode en question consiste à substituer, aux composantes de vitesse et de rotation, une fonction unique des équations de deux séries de surfaces qui servent à définir les filets liquides; d'où il résulte qu'on est obligé, dans tous les cas, de faire usage d'un système de coordonnées curvilignes. »

M. O. **Jénin** adresse un Mémoire relatif à l'emploi de l'hydrogène pour le gonflement des aérostats.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Cailletet.)

M. **Chantron** adresse un complément à sa théorie de l'aviation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Ray** adresse, de Calcutta, un Mémoire sur l'histoire de l'Alchimie indienne.

(Renvoi à l'examen de M. Berthelot.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Jules Michel* intitulée : « Le centenaire du mètre. Les précurseurs du Système métrique et les mesures internationales ». (Présenté par M. de Lapparent.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation d'Euler et la détermination des points singuliers d'une fonction définie par son développement de Taylor.* Note de M. **Ernst Lindelöf**, présentée par M. Picard.

« Soit $f(x)$ une fonction analytique définie au voisinage du point $x = 0$ par la série entière

$$(1) \qquad a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots,$$

dont nous supposons, pour simplifier, le rayon de convergence égal à l'unité. Nous appliquons à $f(x)$ la *transformation d'Euler*

$$(2) \qquad x = \frac{y}{1+y}, \qquad \text{d'où} \qquad y = \frac{x}{1-x}.$$

» La fonction transformée, $f\left(\frac{y}{1+y}\right) = \varphi(y)$, sera définie, dans le domaine du point $y = 0$, par le développement

$$(3) \qquad c_0 + c_1 y + c_2 y^2 + \ldots + c_n y^n + \ldots,$$

où $c_0 = a_0$, et

$$c_n = a_n - (n-1)a_{n-1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} a_{n-2} - \ldots + (-1)^h C_{n-1}^{(h)} a_{n-h} + \ldots + (-1)^{n-1} a_1.$$

» Or, par la transformation (2), la partie T du plan x, située à gauche de la droite $x = \frac{1}{2}$, est représentée d'une manière conforme sur le cercle C du plan y ayant l'origine pour centre et le rayon égal à l'unité. Donc, si la fonction $f(x)$ est régulière à l'intérieur de l'aire T, $\varphi(y)$ sera régulière dans le cercle C et, par suite, la série (3) sera convergente pour $|y| < 1$, en sorte que $f(x)$ sera représentée, pour tout point de T, par le développement

$$c_0 + c_1 \frac{x}{1-x} + \ldots + c_n \left(\frac{x}{1-x}\right)^n + \ldots.$$

» Dans les cas où il se trouve, à l'intérieur de T, des points singuliers de la fonction $f(x)$, le rayon de convergence ρ de la série (3) sera inférieur à 1; mais ce rayon est au moins égal à $\frac{1}{2}$, puisque au cercle $|y| = \frac{1}{2}$ correspond, dans le plan de la variable x, un cercle ayant pour diamètre le segment $-1 \text{——} +\frac{1}{3}$ de l'arc réel. On voit donc que ρ est égal à $\frac{1}{2}$ ou est

plus grand que $\frac{1}{2}$, suivant que $x = -1$ est, pour $f(x)$, un point singulier ou ordinaire.

» La transformation d'Euler est un cas particulier de la suivante :

$$x = \frac{\alpha y}{1-y}, \qquad y = \frac{x}{\alpha + x},$$

où nous désignons par α une constante réelle et *positive*. Cette dernière transformation réalise la représentation conforme sur le cercle C de la région T′ du plan x, située à gauche de la droite $x = \frac{\alpha}{2}$. Après la transformation, la série (1) deviendra

$$(4) \qquad a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\left[a_n \alpha^n - (n-1)a_{n-1}\alpha^{n-1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} a_{n-2}\alpha^{n-2} - \ldots\right] y^n.$$

Si $f(x)$ est régulière dans T′, le rayon de convergence S′ de cette série est égal à *un;* dans les autres cas ρ' est inférieur à 1, mais au moins égal à $\frac{1}{\alpha+1}$. On aura $\rho' > \frac{1}{\alpha+1}$ ou $\rho' = \frac{1}{\alpha+1}$ suivant que la fonction $f(x)$ est ou non régulière au point $x = -1$, α ayant d'ailleurs une valeur positive quelconque.

» Pour rechercher si un point donné $e^{i\theta}$, situé sur le cercle de convergence de la série (1), est un point singulier, on pourra appliquer les considérations précédentes, après avoir fait la substitution $x = e^{(\theta-\pi)i} z$.

» On comprend, dès lors, le parti que l'on pourra tirer de la transformation d'Euler pour déterminer les points singuliers situés sur le cercle de convergence ou même, dans bien des cas, en dehors de ce cercle. La question revient en somme à calculer le rayon de convergence de la série (1) ou de la série plus générale (4), où l'on aura attribué à α une valeur convenable.

» Cette méthode permet encore d'établir rapidement plusieurs résultats antérieurs, relatifs aux conditions que doivent remplir les coefficients d'une série, pour que l'on puisse affirmer qu'un point donné de son cercle de convergence est un point singulier, ou que la série admet ce cercle comme coupure. En voici un exemple. Posons $a_n = g_n e^{\alpha_n i}$ et admettons que $\cos(\alpha_n - \alpha_p) > \varepsilon > 0$, pour toutes les valeurs de n et p supérieures à k. Nous nous proposons de démontrer que $x = 1$ est un point singulier.

» Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit qu'en posant

$$c'_n = a_n + (n-1)a_{n-1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} a_{n-2} + \ldots + a_1,$$

on ait, pour une infinité de valeur de n,

$$\sqrt[n]{|c'_n|} > 2(1-\varepsilon),$$

quelque petite que soit la quantité positive ε. Or, la série (1) étant divergente pour $|x| > 1$, nous pouvons trouver une suite indéfinie de nombres entiers croissants $n_1, n_2, \ldots, n_i, \ldots$, tels que $g_{n_i} > (1-\varepsilon)^{n_i}$. En égalant à zéro les coefficients $a_1, a_2, \ldots, a_k$, ce qui n'a aucune influence sur le sujet qui nous occupe, on trouve donc que l'expression

$$|c'_{2n_i}|^2 = g^2_{2n_i} + 2(2n_i - 1)g_{2n_i}g_{2n_i-1}\cos(\alpha_{2n_i} - \alpha_{2n_i-1}) + \ldots + (C^{n_i}_{2n_i-1}g_{n_i})^2 + \ldots$$

est supérieure à

$$|C^{n_i}_{2n_i-1}(1-\varepsilon)^{n_i}|^2.$$

» D'autre part, l'application de la formule de Stirling au coefficient binomial montre que sa racine $2n_i^{\text{ième}}$ tend vers 2 lorsque i, et par suite n_i, augmente. A partir d'une certaine valeur de i, on aura donc

$$\sqrt[2n_i]{|c'_{2n_i}|} > 2\sqrt{1-\varepsilon} > 2(1-\varepsilon).$$

» Le point $x = 1$ est donc bien un point singulier. C. Q. F. D.

» Mais le principal avantage de la transformation d'Euler est évidemment de fournir un moyen *pratique* pour calculer les valeurs d'une fonction définie par une série entière aux points situés sur le cercle de convergence ou dans certaines régions en dehors de ce cercle, ou encore pour augmenter la convergence de la série. C'est dans ce dernier but qu'on s'est généralement servi de cette transformation, mais il me semble qu'on ne s'est pas bien rendu compte de la raison théorique qui assure le succès de la méthode. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la méthode de quadrature de Gauss*. Note de M. **Henry Bourget**, présentée par M. Picard.

« 1. Dans un Mémoire inséré au Tome IV des *Annales de la Faculté de Toulouse*, M. Appell a étendu aux intégrales doubles la méthode de quadrature de Gauss. M. Appell substitue, à la fonction à intégrer, un polynome de degré p déterminé par la condition de prendre les mêmes valeurs que la fonction en $\frac{(p+1)(p+2)}{2}$ points donnés par leurs coordonnées dans le contour d'intégration et choisis de manière à rendre l'approximation

maximum. Ces coordonnées satisfont, par là, à un assez grand nombre d'équations simultanées.

» J'ai considéré un cas particulier de cette généralisation, et la netteté du résultat m'a semblé pouvoir intéresser l'Académie. Ce cas vient se ranger à côté de la généralisation bien connue de Minding, mais est moins banal que cette dernière.

» 2. Nous nous proposons d'évaluer, par quadrature, l'intégrale

$$J = \int\int_c f(x, y)\,dx\,dy,$$

étendue à l'intérieur d'un cercle c de rayon 1, ayant son centre à l'origine, en supposant que la fonction à intégrer est développable en série de puissances à l'intérieur du cercle c.

» Prenons deux polynomes de degré p

$$P(x, y) \quad \text{et} \quad Q(x, y),$$

dont les racines soient toutes communes à l'intérieur du cercle c, et substituons à la fonction $f(x, y)$ un polynome $\varphi(x, y)$, prenant les mêmes valeurs $f_1, f_2, \ldots, f_{p^2}$ que la fonction f aux points communs aux deux courbes

$$P(x, y) = 0 \quad \text{et} \quad Q(x, y) = 0.$$

» Cela étant, nous trouvons que l'intégrale J coïncide avec l'intégrale

$$I = \int\int_c \varphi(x, y)\,dx\,dy = A_1 f_1 + A_2 f_2 + \ldots + A_{p^2} f_{p^2}$$

jusqu'aux termes d'ordre $p - 1$ en x, y inclusivement, et que les constantes A_i ne dépendent que des points communs aux courbes $P(x, y) = 0$, $Q(x, y) = 0$ et nullement de la fonction f.

» 3. Peut-on choisir les polynomes P et Q, de manière à rendre, pour un degré p, l'approximation plus grande et comparable à celle de Gauss ?

» Nous trouvons qu'en prenant

$$P = \frac{\partial^p (x^2 + y^2 - 1)^p}{\partial x^p} = U_{p,0}, \qquad Q = \frac{\partial^p (x^2 + y^2 - 1)^p}{\partial y^p} = U_{0,p},$$

$U_{p,0}$ et $U_{0,p}$ étant les polynomes extrêmes de M. Hermite, les deux intégrales J et I concordent jusqu'aux termes d'ordre $2p - 1$ inclusivement.

» D'autre part, ces polynomes satisfont aux conditions supposées ; car M. Hermite a démontré que $U_{p,0} = 0$ représente p moitiés d'ellipse, données

séparément par $\frac{x}{\sqrt{1-y^2}} = z$, où z est une quelconque des racines du polynome de Legendre X_p et que $U_{0,p} = 0$ représente le même système de courbes tournées de 90° autour de l'origine. Ces deux systèmes déterminent bien p^2 points situés à l'intérieur du cercle $x^2 + y^2 - 1 = 0$.

» 4. Voici le Tableau des coordonnées des points communs à $U_{p,0} = 0$ et $U_{0,p} = 0$ pour les premières valeurs de p et les valeurs des constantes A_i correspondantes. Pour abréger, nous ne donnons que les points situés dans le premier quadrant. Les autres s'obtiendront en prenant les symétriques par rapport aux axes et à l'origine et en remarquant que deux constantes A_i correspondant à des points symétriques sont égales.

$$p = 1 \begin{cases} x & 0, \\ y & 0, \\ A & \pi, \end{cases} \qquad p = 2 \begin{cases} x & \frac{1}{2}, \\ y & \frac{1}{2}, \\ A & \frac{\pi}{4}, \end{cases} \qquad p = 3 \begin{cases} x & 0, \quad 0, \quad \sqrt{\frac{3}{8}}, \\ y & 0, \quad \sqrt{\frac{3}{5}}, \quad \sqrt{\frac{3}{8}}, \\ A & \frac{13}{54}\pi, \quad \frac{25}{216}\pi, \quad \frac{2}{27}\pi, \end{cases}$$

$$p = 4 \begin{cases} x & \sqrt{\frac{18+\sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{18-\sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{12+\sqrt{120}}{32}}, \quad \sqrt{\frac{12-\sqrt{120}}{32}}, \\ y & \sqrt{\frac{18+\sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{18-\sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{12-\sqrt{120}}{32}}, \quad \sqrt{\frac{12+\sqrt{120}}{32}}, \\ A & \frac{\pi(232+11\sqrt{120})}{2^6.3^2.5}, \quad \frac{\pi(232-11\sqrt{120})}{2^6.3^2.5}, \quad \frac{2\pi}{3^2.5}, \quad \frac{2\pi}{3^2.5}. \text{ »} \end{cases}$$

OPTIQUE. — *Sur des lunettes autocollimatrices à longue portée et un vérificateur optique des lignes et surfaces de machines.* Note de M. **Ch. Dévé**, présentée par M. A. Cornu.

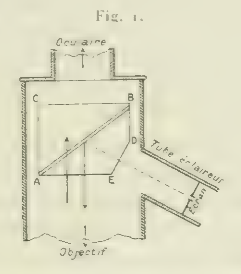
« Les lunettes autocollimatrices à réticule éclairé ne donnent qu'une image très petite et vague, dès que le miroir sur lequel est dirigé l'instrument se trouve un peu éloigné ; cet inconvénient résulte de la quantité insuffisante de lumière renvoyée dans la lunette et des moindres imperfections du miroir qui produisent de la dispersion. Les lunettes autocollimatrices comportant comme objet lumineux un petit trou percé dans un écran situé dans le plan focal de l'objectif ne donnent plus aucune image dès que le miroir est éloigné de quelques mètres ; à cette distance, en effet, l'image,

pour être visible, doit se former très près de l'objet : elle est alors complètement masquée par l'écran.

» *Lunettes.* — Les lunettes que j'ai établies permettent d'employer comme objet lumineux un petit trou dans un écran situé dans un tube éclaireur latéral et de faire autocollimation à une distance quelconque (pratiquement, à 15^m ou 20^m avec une lunette de $0^m,40$ de focale).

» Une lame inclinée est interposée dans le corps de lunette en face du tube éclaireur, mais cette lame, sous peine de donner deux images, doit être infiniment mince;

Fig. 1.



la lame réfléchissante employée est une lame d'air AB d'environ $0^{mm},1$ comprise entre deux prismes ABC et ABDE. Les faces CB et AE sont parallèles; la face DE normale au tube éclaireur est symétrique de la face CB par rapport à la lame mince.

» Grâce à ces dispositions, les rayons qui traversent le prisme et ceux qui se réfléchissent sur la lame mince ne subissent aucune décomposition et les images observées sont parfaitement achromatiques, si l'on a eu soin d'achromatiser le système prisme-objectif. L'inclinaison de la lame mince a été calculée de façon à obtenir le maximum d'intensité lumineuse des images observées tout en évitant la réflexion totale [1].

» Cette lame n'a pas ses faces rigoureusement parallèles; elles font entre elles un angle très petit de façon à superposer les deux images dans le sens de l'axe de la lunette; cet artifice permet de donner à la lame une épaisseur assez grande pour éviter les franges d'interférences qui communiqueraient leurs colorations aux images.

» Deux modèles de lunettes autocollimatrices à longue portée ont été établis. Le premier comporte un réticule fixe et un oculaire positif. Le second modèle comporte un oculaire négatif à grand champ sans réticule

---

[1] La perfection des diverses faces du prisme est une condition essentielle de la netteté des images; je dois rendre hommage ici à l'habileté de M. l'ingénieur Jobin qui a construit les parties optiques de ces appareils.

et une glace plane à faces parallèles faisant corps avec la lunette et placée devant l'objectif; cette glace donne, par autocollimation, une image fixe qui remplace le réticule; un autre avantage de la glace est de produire avec le miroir sur lequel est pointée la lunette une série d'images secondaires par réflexions multiples, comme dans le collimateur de Fizeau dans l'appareil qui a servi au tracé des prototypes internationaux.

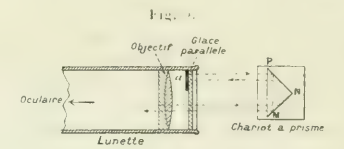
» Grâce à ce dispositif, on voit facilement trois ou quatre images; les déplacements de la troisième image, par exemple, étant trois fois plus grands que ceux de la première, les inclinaisons du miroir sont évaluées trois fois plus exactement en se servant de la troisième image qu'en se servant de la première; la superposition des images mobiles à l'image réticulaire se fait aussi avec une très grande précision, puisque, toutes les images se centrant ensemble, la moindre erreur de centrage se traduit par une ovalisation apparente de l'image unique.

» Toutefois, les avantages que présente ce second dispositif ne sont pratiquement utilisables que pour des visées sur un miroir assez rapproché; pour de plus grandes distances, le nombre des images secondaires diminue, et, d'ailleurs, la nécessité où l'on est de les enchevêtrer les unes dans les autres pour les maintenir dans un champ restreint, produit une certaine confusion.

» Un autre dispositif a été établi en vue de ce cas particulier.

» Un segment *a* de la glace parallèle est argenté et le miroir sur lequel se fait d'ordinaire l'autocollimation est remplacé par un prisme droit à 90° dont l'hypoténuse fait face à la lunette. L'arête du dièdre droit étant placée vis-à-vis du bord *b* du segment argenté, la face MN seule reçoit les rayons émis par la lunette; ces rayons

Fig. 2.



sont successivement réfléchis par la face NP, le segment *a*, les faces NP et NM et renvoyés dans la lunette. Grâce à ces réflexions successives, l'image observée se déplace avec la même amplitude que le ferait la deuxième image dans le cas des images multiples produites entre deux glaces parallèles et possède une intensité lumineuse considérable.

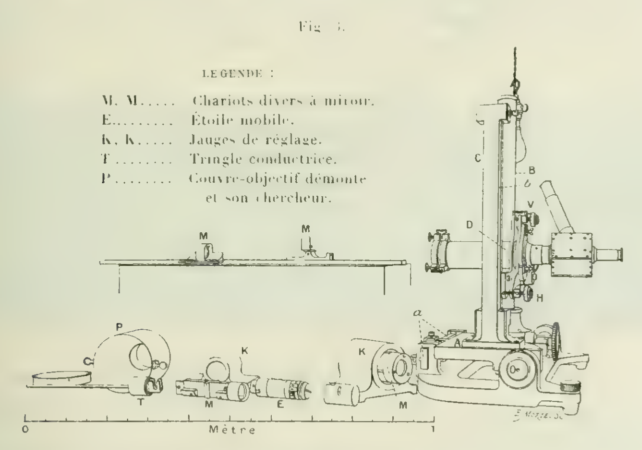
» Un autre avantage non moins appréciable de ce système est que le prisme est insensible aux désorientements qui peuvent se produire parallèlement à sa base; on limite ainsi les déplacements de l'image au

sens vertical ou au sens horizontal, suivant la position que l'on donne au prisme, ce qui élimine des écarts accidentels souvent gênants.

» *Miroirs mobiles.* — Un jeu de chariots porte-miroir permet, entre autres opérations, de contrôler la rectitude des trous cylindriques, des règles ou des marbres de toutes dimensions, ce qu'aucun instrument n'avait permis de faire d'une façon pratique jusqu'à ce jour ([1]). D'autres chariots portant deux miroirs en demi-cercle, solidaires de touches diamétrales, servent à vérifier les variations de diamètre des trous cylindriques des machines et des bouches à feu, et constituent des *étoiles mobiles* à indications continues permettant de localiser sur une génératrice ou sur l'autre les dépressions et saillies accidentelles.

» *Organes mécaniques de l'appareil.* — La lunette est montée sur un support comportant une translation horizontale et une translation verticale d'environ $0^{m},30$ d'amplitude permettant de déplacer la lunette parallèlement à elle-même pour l'amener en face des différentes lignes ou surfaces dont on veut vérifier le parallélisme. Ces déplacements sont obtenus d'une façon rigoureusement parallèle par le dispositif suivant :

Fig. 3.



» Un chariot A coulisse horizontalement en s'appuyant par deux coussinets sur un arbre horizontal O, et par une pointe mousse sur la tranche d'une règle en acier *a*.

([1]) J'ai établi un instrument basé sur le même principe qui sert à contrôler le dressage des canons de fusil (*Revue d'Artillerie*, 1896, et *Bulletin de la Société de Physique*, 1897).

Le chariot A porte une colonne B et un pilier C contre lequel est logée une règle verticale b. Un plateau D coulisse verticalement en s'appuyant sur la colonne et sur la règle verticale; une crapaudine, rapportée dans le bas du plateau, supporte tout le poids de la lunette et deux vis calantes à tambours gradués V et H mesurent les petits mouvements angulaires horizontaux et verticaux qu'il faut imprimer à la lunette pour suivre l'image quand le miroir mobile indique un défaut de rectitude ou de parallélisme. Pour régler le parallélisme des déplacements verticaux, on vise dans la lunette un fil à plomb éloigné et l'on agit sur la règle b, soit en variant son inclinaison, soit par des retouches locales, jusqu'à ce que le pointé suive exactement le fil à plomb pendant toute la course que peut faire la lunette du haut en bas de la colonne. On règle le parallélisme des déplacements horizontaux en agissant de la même manière, sur la règle a, de façon qu'un niveau sensible placé sur le chariot A normalement à la règle reste horizontal pendant toute la course que peut faire le chariot de la droite à la gauche de l'appareil. Après les retouches, la règle a n'est plus droite, mais son profil rachète toutes les flexions produites par le poids des chariots et de la lunette dans toutes les positions possibles.

» Grâce à l'exactitude de ces translations, l'appareil peut servir à vérifier le parallélisme d'éléments de droites ou de plans qui ne sont pas vis-à-vis et qui par suite échappent au contrôle des vérificateurs à palpeurs.

» Un œilleton spécial facilite la recherche de l'image. Divers accessoires permettent d'étendre ces procédés de vérification à des plans ou lignes perpendiculaires, à des barres cylindriques ou prismatiques, dont on peut mesurer la rectitude ou la flèche indépendamment de la flexion produite par le poids même du chariot porte-miroir, en ayant soin de répéter l'opération avec un deuxième chariot d'un poids double. Un autre dispositif permet encore d'appliquer les mêmes procédés aux lignes et plans qui ne sont déterminés que par leurs tracés. »

PHYSIQUE. — *Les lignes de forces et les surfaces équipotentielles dans la nature.* Note de M. **G.-M. Stanoiévitch**, présentée par M. Lippmann.

« Les lignes de forces, ainsi que les surfaces équipotentielles, résultant des actions de forces centrales, ont trouvé des applications très importantes dans la Science.

» Sans nous arrêter à leurs applications aux études des phénomènes de la gravitation, nous rappellerons seulement le rôle très important qu'elles jouent en électricité et en magnétisme. C'est par leurs développements, par leurs directions et leur nombre dans un champ, qu'on peut se rendre compte de toutes les particularités de ce champ.

» Nous ne ferons que mentionner, en passant, que le phénomène des

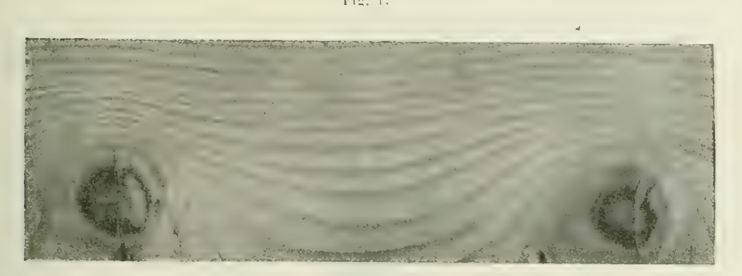
anneaux colorés, ainsi que celui des lignes neutres que l'on observe dans un *champ optique* d'un cristal à un axe, rappellent, à plusieurs points de vue, le champ électromagnétique d'un courant électrique rectiligne; de même, le champ optique d'un cristal biaxe nous fait voir les mêmes éléments que l'on observe dans un champ formé soit par deux courants rectilignes de même sens, soit par deux pôles électriques ou magnétiques de mêmes noms. Ce qui nous semble remarquable, c'est que nous avons trouvé que les lignes de forces et les surfaces équipotentielles sont plus ou moins apparentes dans le règne végétal.

» La différenciation de certains tissus végétaux nous fait voir que, sitôt que cette différenciation s'est produite, elle prend les mêmes formes que celles dont nous venons de parler.

» Sans nous arrêter aux formes bien connues des anneaux concentriques, indiquant *les âges d'un arbre*, nous signalerons, entre autres, quelques cas plus compliqués et plus intéressants.

» La *fig.* 1 représente l'aspect d'une planche de sapin avec deux nœuds. Les lignes équipotentielles longitudinales, si elles s'étaient développées librement, seraient parallèles entre elles. Les nœuds jouent le rôle et produisent les mêmes perturbations dans les champs où ils se trouvent qu'un pôle magnétique ou électrique, introduit dans un champ de même nature. C'est-à-dire qu'il absorbe les lignes de forces et les surfaces équipotentielles qui tendent à le traverser, ou il les force (jusqu'à une certaine distance) à suivre le cours de ses propres lignes et forces. Notre figure, en représentant ces effets, indique en même temps que les deux pôles sont de mêmes noms.

Fig. 1.



Lignes équipotentielles cellulaires de deux pôles de mêmes noms.

» La *fig.* 2 montre que la différenciation du tissu s'est produite suivant

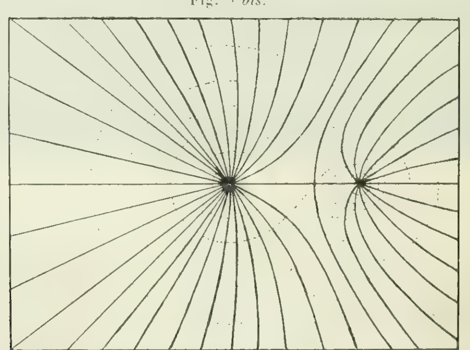
Fig. 2



Lignes de force cellulaires de deux pôles de mêmes noms et d'intensités différentes.

les lignes de forces. Nous avons ici, sur une section d'un radis, un champ

Fig. 2 *bis*.



Champ électrique de deux pôles de mêmes noms, dont les intensités sont en rapport de 1 : 4.

de deux pôles d'où émanent les lignes de forces, que ces deux pôles (ou courants) soient de mêmes noms et d'intensités différentes.

» Dans la *fig.* 3, nous avons une section d'un bois de chêne, quelques centimètres au-dessus d'une ramification. Nous y voyons, jusqu'aux moindres détails, l'aspect d'un champ électromagnétique formé par deux

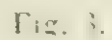
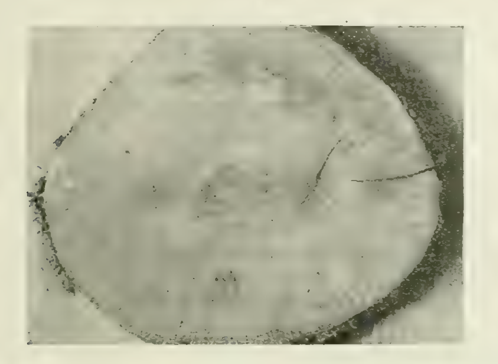


Fig. 3.



Lignes de force et surfaces équipotentielles cellulaires. Identité de ces éléments avec ceux d'un champ électromagnétique ou optique.

courants rectilignes croisés de même sens (ou par deux pôles de même nom) et sensiblement de même intensité.

» On ne peut pas croire que le rapprochement de ces phénomènes si différents par leur nature soit dû au hasard. Il serait plus naturel de conclure qu'ils sont produits par des actions semblables, sinon identiques; que chaque plante représente un *champ cellulaire*, caractérisé par ses lignes de forces et ses surfaces équipotentielles (visibles ou non), et que chaque cellule se meut et se fixe définitivement, suivant une ligne de force ou surface équipotentielle, les forces qui régissent les accroissements étant des forces dirigées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés et la cristallisation du sulfure de baryum anhydre.* Note de M. A. MOURLOT, présentée par M. H. Moissan.

« Dans la suite de nos recherches sur l'action d'une haute température et des réducteurs sur les sulfures et les sulfates, nous avons été conduit à examiner les sulfures et sulfates alcalino-terreux.

» Rappelons d'abord que M. Moissan a montré, dans son travail sur les carbures [1], que les sulfates alcalino-terreux donnent au four électrique un carbure impur mélangé de sulfure : nous avons cherché à nous placer dans des conditions telles que la réduction du sulfate puisse fournir un sulfure pur. Nous avons également soumis le sulfure amorphe à l'action du four électrique et c'est ainsi que, par l'un ou l'autre de ces procédés, nous avons obtenu purs et cristallisés les sulfures anhydres de baryum, de calcium et de strontium.

» Nous publierons aujourd'hui les résultats obtenus avec le sulfure de baryum.

» Pour le préparer, nous avons fait deux séries d'expériences au moyen du four électrique.

» *a*. Nous préparons d'abord le sulfure amorphe pur par l'action de l'hydrogène sulfuré sur le carbonate au rouge, dans le four à réverbère, en ayant soin de remplacer, à la fin de la chauffe, l'hydrogène sulfuré par l'hydrogène, comme l'a indiqué M. Sabatier [2].

» Ce sulfure amorphe est placé dans une nacelle de charbon, disposée à l'intérieur d'un tube de même matière, et chauffé au four électrique avec le dispositif indiqué par M. Moissan; le courant était de 900 ampères et de 50 volts.

» On peut suivre la fusion de la substance et, lorsqu'elle est complète, on arrête la chauffe; le sulfure fondu cristallise alors par refroidissement.

» La densité de ce sulfure, prise dans la benzine à 15°, est égale à 4,30 en poudre et à 3,95 la substance étant en gros fragments.

» L'analyse nous a donné :

		Théorie.
Ba	81,5	81,09
S	18,03	18,91

» *b*. Nous avons ensuite mélangé intimement le sulfate de baryum et le charbon d'après les proportions que prévoit la transformation complète du sulfate en sulfure. Ce mélange a été aggloméré fortement et introduit dans le four électrique à creuset. Soumis à l'action d'un courant de 900 ampères sous 50 volts pendant quatre minutes environ, nous obtenons une masse fondue présentant, dans son intérieur, des géodes de cristaux dont la composition est celle du protosulfure.

» A l'analyse, nous obtenons :

			Théorie
Ba	81,20	81,29	81,09
S	18,65	18,30	18,91

» Il est essentiel que la durée de la chauffe ne dépasse pas cinq minutes, que la

---

[1] H. Moissan, *Étude des acétylures cristallisés de baryum et de strontium* (*Comptes rendus*, t. CXVIII).

[2] Sabatier, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII.

masse chauffée soit assez grande, et l'on doit rejeter comme contenant une certaine quantité de carbure les parties fondues qui avoisinent les parois du creuset. La densité de ce sulfure, prise également dans la benzine à 15°, est sensiblement la même que celle du sulfure cristallisé provenant de la fusion du sulfure amorphe; nous avons trouvé les chiffres suivants : 4,25 et 4,29 pour la substance réduite en poudre.

» *Propriétés.* — Le sulfure de baryum cristallisé se présente en cristaux blancs, incolores sous une faible épaisseur, paraissant noirs et opaques quand on les examine sous une épaisseur assez grande, par suite de la présence d'une petite quantité de carbone.

» Ces cristaux, d'assez grandes dimensions, présentent deux plans de clivage très nets, sensiblement rectangulaires, de sorte qu'ils nous paraissent formés par la juxtaposition de cubes; ils sont d'ailleurs sans action sur la lumière polarisée.

» Quelques-uns d'entre eux sont teintés de bleu; on les rencontre surtout dans le sulfure cristallisé préparé par le mélange de sulfate et de charbon; de sorte que cette coloration nous semble due aux traces de fer qui y pouvaient exister.

» La dureté du sulfure cristallisé n'est pas très grande; il ne raye ni le quartz, ni le verre.

» L'ensemble de ses propriétés chimiques ne le différencie pas nettement du sulfure amorphe bien étudié, notamment par MM. H. Veley et Sabatier [1]; toutefois il est beaucoup moins altérable à l'air et, en général, plus lentement attaqué par les divers réactifs.

» Les quelques réactions suivantes nous ont paru toutefois intéressantes à signaler :

» 1° Le *fluor* l'attaque à froid avec incandescence; il y a production de fluorure de soufre et de fluorure de baryum;

» 2° L'action de l'*oxygène* a été étudiée en faisant passer un courant de ce gaz sur un poids $p = 0^{gr},735$ de sulfure cristallisé placé dans une nacelle que l'on introduit dans un tube chauffé par une grille à analyse; la réaction se fait avec incandescence, et nous obtenons un poids $p' = 0,990$ de sulfate; la transformation intégrale en sulfate faisait prévoir $1^{gr},015$; par l'analyse des gaz dégagés on peut, d'ailleurs, vérifier qu'il n'y a pas traces d'acide sulfureux;

» 3° Les *corps oxydants*, tels que le chlorate de potassium, l'oxyde puce de plomb, réagissent avec incandescence;

» 4° L'anhydride phosphorique et l'oxychlorure de phosphore le réduisent avec incandesceuce et formation d'un composé rougeâtre où nous avons pu caractériser le phosphore et le soufre.

---

(1) H. Veley, *Chem. Soc.*, t. XLIX, p. 369.

» 5° Enfin, parmi les *réducteurs*, nous signalerons l'action du carbone qui a été faite au four électrique dans le four à tube; après une chauffe de dix minutes environ sous l'action d'un courant de 900 ampères et de 50 volts, nous obtenons un produit ne renfermant plus que des traces de soufre; il répond sensiblement à la formule C^2Ba du carbure obtenu par M. Moissan dans l'action du carbone sur le carbonate de baryum.

» *En résumé*, il résulte de nos expériences :

» 1° Que l'on peut obtenir le sulfure de baryum cristallisé en soumettant à l'action du four électrique, soit le sulfure amorphe, soit un mélange intime et aggloméré de sulfate et de charbon;

» 2° Que ce sulfure de baryum cristallisé, moins altérable que le sulfure amorphe, est susceptible de se transformer intégralement en sulfate sous l'action de l'oxygène et peut se convertir en carbure sous l'action du carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde de carbone sur le chlorure palladeux.* Note de M. E. **Fink**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans un tube de bohême de 1^m, on place, à cinq centimètres de la partie antérieure, un tampon d'amiante puis, sur une longueur de 30^{cm}, de l'amiante saupoudrée de mousse de palladium calciné dans l'hydrogène, et enfin un tampon d'amiante. L'amiante employée doit être préalablement bien lavée, séchée et calcinée.

» On fixe ce tube dans un manchon de porcelaine assez long pour qu'il dépasse un peu de chaque côté la partie du tube de verre qui contient le palladium. On place le tout sur une grille à analyse. On relie la partie antérieure du tube de verre, d'une part avec un appareil à chlore et, de l'autre, avec un appareil producteur d'oxyde de carbone.

» Pour avoir un courant régulier d'oxyde de carbone pur, j'emploie le formiate de soude.

» La partie postérieure du tube de verre est rattachée à un ballon qui lui-même communique avec le dehors.

» Le tout ainsi disposé, on chauffe vers 250° et l'on fait passer un courant de chlore sec jusqu'à refus, lentement et régulièrement. Dans ces conditions il ne se fait que du chlorure palladeux ($PdCl^2$).

» On peut remplacer le chlorure palladeux, ainsi préparé par voie sèche, par du chlorure palladeux préparé par voie humide.

» Le chlorure palladeux, préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, est chauffé à 260° environ puis on y fait passer un courant d'oxyde de carbone sec. Après quelque temps les parois intérieures de la partie froide du tube de verre se tapissent d'un produit fondu, rouge près de la grille,

jaune dans le reste du tube. Dans le ballon se déposent des poussières jaune brun et des flocons jaunes.

» Dans ces produits bruts qui ne peuvent contenir que du palladium, du chlore et de l'oxyde de carbone, on dose :

» 1° Le *palladium* en pesant, à l'abri de l'humidité et dans un creuset de platine taré, un poids déterminé de la substance brute qu'on calcine dans un courant d'hydrogène après évaporation;

» 2° Le *chlore*, soit par la chaux comme dans les matières organiques, soit en décomposant le corps par l'eau, filtrant le palladium et précipitant dans la liqueur filtrée, additionnée d'acide azotique, par l'azotate d'argent et pesant le chlorure d'argent formé;

» 3° Le *carbone*, comme dans les matières organiques.

» L'analyse des produits recueillis séparément dans plusieurs préparations donne des nombres variables en palladium, chlore et carbone. Les points de fusion varient aussi. Les produits examinés à la loupe montrent, à côté d'aiguilles jaune brun, des aiguilles incolores. Chauffée vers 155°, la matière brute donne un sublimé d'aiguilles incolores et un résidu rouge brun, à l'état liquide, formant des aiguilles jaunes par refroidissement.

» De ces considérations il résulte que le produit brut est un mélange de plusieurs substances en proportions variables.

» L'expérience a montré que c'est toujours le corps jaune qui prédomine. Ce corps étant le plus soluble dans le tétrachlorure de carbone, ce dissolvant permet de séparer ces combinaisons. Pour cela, on épuise à trois ou quatre reprises le produit brut par le tétrachlorure de carbone bouillant. Le liquide provenant du premier épuisement ne laisse déposer par refroidissement que des aiguilles d'un beau jaune.

» Le deuxième et le troisième épuisement laissent déposer par refroidissement un mélange de produits jaune et blanc. Les derniers épuisements ne donnent plus que des aiguilles blanches.

» Les aiguilles jaunes séchées à 50° dans un courant d'acide carbonique fondent à 132° et leur analyse conduit à la formule

$$C^3O^3Pd^2Cl^4 \quad \text{ou} \quad PdCl^2 \begin{matrix} \diagup CO - PdCl^2 \\ \diagdown CO - CO \end{matrix} \begin{matrix} \diagdown \\ \diagup \end{matrix} PdCl^2.$$

» L'eau décompose ce corps, comme l'indique l'équation

$$C^3O^3Pd^2Cl^4 + 2H^2O = CO + 2CO^2 + Pd^2 + 4HCl.$$

» Chauffé vers 263°, il perd de l'oxyde de carbone et donne un résidu liquide rouge brun, cristallisant en aiguilles jaunes rouges par refroidissement, devenant jaunes par sublimation dans un courant d'acide carbonique.

» L'analyse de ce nouveau corps conduit à la formule

$$COPdCl^2 \quad ou \quad CO = PdCl^2.$$

» Il fond à 197°. L'eau le décompose ainsi :

$$COPdCl^2 + H^2O = Pd + CO^2 + 2HCl.$$

» L'analyse des aiguilles blanches provenant des derniers épuisements du produit brut par le tétrachlorure de carbone à l'ébullition conduit à la formule

$$C^2O^2PdCl^2 \quad ou \quad PdCl^2 \left\langle \begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix} \right\rangle.$$

Ce corps fond à 142° et perd de l'oxyde de carbone vers 218° en donnant $C^3O^3Pd^2Cl^4$. L'eau le décompose ainsi :

$$C^2O^2PdCl^2 + H^2O = 2HCl + CO + CO^2 + Pd.$$

» Le corps $C^3O^3Pd^2Cl^4$ ci-dessus résulte de l'union d'une molécule du corps $C^2O^2PdCl^2$ et d'une molécule du corps $COPdCl^2$; ce n'est pas un mélange des deux produits, $COPdCl^2$ et $C^2O^2PdCl^2$, comme le montrent bien les points de fusion de ces trois corps.

» Donc l'action de l'oxyde de carbone sur le chlorure palladeux donne les trois composés :

$COPdCl^2$	Chloropalladite de carbonyle
$C^2O^2PdCl^2$	» de dicarbonyle
$C^3O^3Pd^2Cl^4$	» de sesquicarbonyle

répondant aux composés analogues du platine.

» Je me propose d'étudier l'action de l'acétylène sur le palladium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrocinnamide.* Note de M. Marcel Delépine.

« L'hydrocinnamide ou cinnhydramide $C^{27}H^{24}Az^2$, découverte par Laurent (1), résulte de l'union de l'aldéhyde cinnamique et de l'ammoniaque

(1) *Revue scientifique*, t. X, p. 119; 1842.

avec élimination d'eau :

$$3C^9H^8O + 2AzH^3 = C^{27}H^{24}Az^2 + 3H^2O.$$

Son caractère dominant, parmi les autres hydramides, est d'être inattaquable par l'acide chlorhydrique bouillant et par les solutions alcooliques de potasse. Ces faits ont été établis par Laurent; M. Peine ([1]) a, plus tard, confirmé la remarquable stabilité de l'hydrocinnamide; HCl fumant ne la décompose pas, même à 250°, et l'on ne peut pas la transformer par la chaleur. Ces faits sont très intéressants, c'est pourquoi j'ai entrepris l'étude de cette substance.

» La lecture du travail de M. Peine suscite des observations que j'ai cherché à éclaircir. Ce savant n'a pas trouvé, au produit immédiat de l'action de l'aldéhyde cinnamique sur l'ammoniaque, la formule de Laurent; ses analyses le conduisirent à la formule $C^{54}H^{51}Az^5$ résultant de la réaction suivante :

$$6C^9H^8O + 5AzH^3 = C^{54}H^{51}Az^5 + 6H^2O.$$

» Voici d'ailleurs la moyenne des analyses, en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{54}H^{51}Az^5$.	Calculé pour $C^{27}H^{24}Az^2$.
C...........	84,35	84,27	86,17
H...........	7,07	6,63	6,38
Az..........	$7,69 = \frac{1}{3}(7,88 + 8,13 + 7,06)$	9,10	7,45

» Ce qui frappe dans ces analyses, c'est que l'élément le plus variable quand on passe d'une formule à l'autre, c'est-à-dire l'azote, est de beaucoup inférieur au chiffre théorique 9,10. Aussi me suis-je demandé si ce corps ne serait pas un hydrate, comme l'amarine ou l'anisine. En effet, la formule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$ exige, pour 100,

$$C = 84,15, \qquad H = 6,49, \qquad Az = 7,27,$$

chiffres qui s'accordent bien avec les analyses de M. Peine.

» Du même coup s'explique cette particularité que le corps $C^{54}H^{51}Az^5$, fusible à 106°-108°, donne un chlorhydrate $C^{27}H^{24}Az^2$, HCl d'où l'ammoniaque aqueuse précipite une base fusible aussi à 106°, ce qui devient évident avec la formule

$$C^{27}H^{24}Az^2, \tfrac{1}{2}H^2O,$$

le produit final étant alors identique avec le produit initial. Je me suis attaché à la vérification de cette formule; l'analyse élémentaire l'a confirmée. Trouvé pour 100 : C = 83,87, 84,20; H = 6,87, 6,98; Az = 7,59, 6,93. De plus, l'action des acides établit la non-existence du corps $C^{54}H^{51}Az^5$; le produit immédiat, fusible à 107°, sature 12,83 pour 100 de SO^4H^2 et 9,01 de HCl; la théorie exige respectivement 12,73

([1]) *Berichte*, t. XVII, p. 2110; 1884.

et 9,49 pour 100 de ces deux acides pour la formule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$, tandis que le corps $C^{54}H^{51}Az^5$ devrait, en se décomposant suivant l'équation

$$C^{54}H^{51}Az^5 + 3RH = 2C^{27}H^{24}Az^2, RH + RAzH^4,$$

prendre une fois et demie plus d'acide. En opérant avec une quantité notable de la substance à 84,15 pour 100 de carbone et un excès d'HCl, puis portant à l'ébullition en solution alcoolique et précipitant le chlorhydrate formé par addition d'eau (car il est sensiblement insoluble dans l'alcool dilué) et évaporant à siccité le liquide filtré, on n'obtient qu'un résidu insensible, ne donnant aucune coloration avec le réactif de Nessler. Avec les doses mises en œuvre et dans l'hypothèse de la formule $C^{54}H^{51}Az^2$, on aurait dû avoir plus de $0^{gr},5$ de chlorhydrate d'ammoniaque. Enfin, le corps précipité par AzH^3, de la solution alcoolique du chlorhydrate, répond aussi à la formule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$ et non pas au corps anhydre.

» Le moyen radical de trancher la question eût été de doser l'eau par dessiccation à une température convenable : malheureusement, ce procédé est impraticable parce que, même avant 100°, l'hydrate d'hydrocinnamide jaunit, s'altère, s'oxyde et peut même perdre au delà du poids théorique. Cette difficulté de la déshydratation est à rapprocher de celle de l'amarine, qui ne s'effectue que lentement à 105°; mais on peut la manifester, ainsi que les phénomènes concomittants, par l'expérience suivante : on place, au fond d'un ballon scellé plein d'air, quelques décigrammes d'hydrocinnamide et on la maintient sur un bain-marie bouillant pendant plusieurs heures. La substance fond en partie et jaunit; après le refroidissement, le haut du ballon est constellé de gouttelettes d'eau (non alcalines comme le voudrait une perte d'AzH^3); l'analyse de l'air restant montre une absorption de 1,5 pour 100 d'oxygène par rapport au poids de substance employée; de plus, cet air possède une forte odeur d'essence d'amandes amères. Ces phénomènes d'oxydation se produisent à la température ordinaire : l'hydrocinnamide, conservée en flacons, jaunit et possède cette même odeur. La lumière paraît accélérer cette action. Le produit déshydraté, après passage dans le benzène, ne fond plus que vers 131°.

» Ces faits étant établis, il reste à expliquer la basicité de l'hydrocinnamide et sa stabilité. L'étude thermochimique résout la question. 1^{gr} de l'hydrate dégage en brûlant

$$8964^{cal},8 \quad \text{et} \quad 8960^{cal},8; \qquad \text{moyenne} : 8962^{cal},8,$$

soit, pour une molécule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O = 385^{gr}$.

Chaleur de combustion	à volume constant.....	$3450^{Cal},68$
	à pression constante...	$3453^{Cal},5$

d'où, pour chaleur de formation :

$$C^{27} + H^{25} + Az^2 + \frac{1}{2}H^2O \text{ liq.} = C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O \text{ crist.} \ldots\ldots \quad -79^{Cal},4$$
$$C^{27} + H^{24} + Az^2 = C^{27}H^{24}Az^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad -81^{Cal},2$$

si l'on prend pour chaleur d'hydratation $+ 1^{Cal},8$, trouvé pour l'amarine.

» L'équation génératrice donne :

$$3\,C^9H^8O \text{ liq.} + 2\,AzH^3 \text{ diss.} = C^{27}H^{24}Az^2 \text{ sol.} + 3\,H^2O \text{ liq.} \qquad + 2 \times 24^{Cal},2.$$

» Ces chiffres, supérieurs même à ceux qui correspondent à la formation de l'amarine, de l'anisine, de la furfurine, placent l'hydrocinnamide dans la classe des glyoxalidines; leur grandeur permet de s'expliquer la non-formation du véritable hydramide, la réaction étant fortement exothermique.

» En fait, l'hydrocinnamide donne des sels analogues en tous points à ceux de ces bases : j'ai préparé l'azotate, le sulfate et même un lactate cristallisé. L'amarine ne donne, avec l'acide lactique, qu'un sirop dissociable à 100°, par perte d'acide. L'hydrocinnamide serait donc une base plus forte que l'amarine, circonstance en relation avec sa plus grande chaleur de formation.

» Comme dernière analogie, je citerai l'obtention d'une combinaison $(C^{27}H^{24}Az^2)^2AzO^3Ag$, très soluble dans le chloroforme, et l'action des éthers halogénés, iodure de méthyle et chlorure de benzyle, parallèles à celles de l'amarine.

» En résumé, l'*hydrocinnamide* cristallise avec $\frac{1}{2}H^2O$ et *possède les propriétés fondamentales des glyoxalidines :* c'est une base, donnant des sels, indécomposable par les acides, conformément aux données thermiques; le corps $C^{54}H^{51}Az^5$ n'existe pas. Le nom de *cinnamine* lui conviendrait plutôt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une oxyptomaïne.* Note de M. ŒSCHNER DE CONINCK [1].

« J'ai présenté à l'Académie, en 1888, l'étude détaillée d'une ptomaïne pyridique, possédant la composition d'une collidine $(C^8H^{11}Az)$.

» La facile oxydabilité de cette ptomaïne m'a engagé à essayer l'action de l'eau oxygénée. Ce sont les résultats de cette étude que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie.

» J'ai employé une eau oxygénée très étendue, qui a été laissée au contact de la ptomaïne pendant plusieurs semaines, dans une fiole conservée à l'abri de la lumière,

[1] Ces recherches ont été faites dans mon service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

afin d'éviter la production de résines qui ont plusieurs fois faussé les résultats analytiques. La fiole était agitée de temps à autre, puis replacée dans l'obscurité. Il se forme peu à peu une masse jaunâtre, solide et dure, qui est dissoute dans HCl étendu. La liqueur acide est agitée avec l'éther, qui enlève quelques produits résineux et des matières colorantes.

» Après décantation, la liqueur aqueuse est traitée par un léger excès de potasse en lessive, et la base est extraite au moyen du chloroforme. L'évaporation spontanée abandonne celle-ci sous forme d'une masse solide, légèrement jaunâtre et amorphe. Un second et un troisième traitement permettent d'obtenir un produit blanc, d'aspect cristallin.

» Desséché à l'étuve à 110°, il a fourni à l'analyse les nombres suivants : C = 69,78; H = 8,24; Az = 10,30 (la théorie pour la formule $C^8H^{11}AzO$ exige : C = 70,07; H = 8,03; Az = 10,22).

» L'oxyptomaïne ainsi obtenue n'est pas déliquescente; un peu soluble dans l'eau chaude, à laquelle elle communique une réaction nettement alcaline, elle est tout à fait insoluble dans l'eau froide; elle se dissout assez bien à froid, beaucoup mieux à chaud, dans l'éther absolu et dans l'alcool absolu; son principal dissolvant est le chloroforme, qui la prend rapidement, même à basse température.

» Elle se ramollit vers 250° et fond un peu au-dessus, vers 260°, en se décomposant brusquement; la masse se charbonne, en dégageant l'odeur bien connue des bases pyridiques.

» Elle se dissout facilement dans les principaux acides minéraux et organiques. J'ai préparé le chlorhydrate qui répond à la formule $C^8H^{11}AzO.HCl$; c'est un sel blanc, cristallisé, un peu déliquescent, très soluble dans l'eau à toute température. L'eau bouillante finit par le décomposer. Le chloroplatinate $(C^8H^{11}AzO.HCl)^2 + PtCl^4$ a été obtenu sous la forme d'une poudre cristalline d'un jaune orangé; il fond à 210° en un liquide limpide et subit alors une décomposition partielle. L'eau froide le dissout à peine, l'eau tiède un peu plus; l'eau bouillante le décompose complètement, comme il était facile de le prévoir d'après son action sur le chlorhydrate (voir plus haut).

» Chauffée à haute température, dans un petit appareil distillatoire, à l'abri de l'oxygène de l'air, avec un excès de poudre de zinc, la base est réduite, et il y a régénération de la collidine ayant servi de point de départ :

$$C^8H^{11}AzO + Zn = ZnO + C^8H^{11}Az.$$

» Le mode de formation du composé nouveau décrit dans cette Note,

ses propriétés, ses réactions, en font une oxycollidine, ou *collidone*,

$$C^8H^{10}(OH)Az,$$

homologue supérieur des oxypyridines antérieurement décrites. Elle paraît être la première collidone connue. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la fleur du vin sur la sorbite.* Note de **M. Gabriel Bertrand** ([1]), présentée par M. Duclaux.

« On sait que le sucre connu maintenant sous le nom de *sorbose* avait été découvert par Pelouze dans des circonstances si obscures qu'on n'avait pu, depuis, en réaliser la préparation que très rarement et tout à fait par hasard.

» En soumettant cette singulière question à une étude méthodique, j'ai reconnu que le sorbose ne préexiste pas dans le jus de sorbes, mais qu'il y prend naissance quand un microbe spécial, généralement apporté par la mouche des vinaigreries, se développe sur ce jus, laissé au contact de l'air. Le microbe fixe alors l'oxygène sur la sorbite et la transforme en sorbose.

» Si, le plus souvent, on n'obtient pas ce dernier, c'est que des cryptogames divers envahissent le jus de sorbes et l'épuisent de ses substances dissoutes. Parmi ces cryptogames, j'ai signalé le *Saccharomyces vini* ([2]), ou fleur de vin, qui se développe presque toujours après la fermentation alcoolique du jus, puis des moisissures diverses, principalement *Penicillium glaucum* ([3]). C'est en éliminant tous ces parasites et en cultivant, à l'état pur, la bactérie oxydante, qu'on peut obtenir maintenant la transformation régulière de la sorbite en sorbose, avec des rendements de 80 pour 100.

» Depuis la publication de ces résultats, vérifiés en Allemagne par Tollens, M. Matrot a cru reconnaître que la transformation de la sorbite en sorbose pouvait aussi s'effectuer sous l'influence d'une mycolevure qu'il

([1]) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

([2]) Syn. *Sacch. mycoderma* Rees; *Mycoderma cerevisiæ* et *Mycoderma vini* Desmazières.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 900, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XV, p. 627; 1896.

croit même plus active que les bactéries employées jusqu'ici ([1]). Or cette mycolevure, examinée par M. Bourquelot, ne serait autre que la fleur du vin, microrganisme que j'ai précisément placé parmi ceux qui vivent sur le jus de sorbes sans donner de sorbose. En présence d'une telle contradiction, j'ai cru nécessaire de revenir avec quelques détails sur un fait que j'avais seulement avancé. Ce sont ces détails que j'expose aujourd'hui, après avoir répété la plupart de mes expériences primitives.

» Quand on ensemence de la fleur du vin, *absolument exempte d'autres microrganismes*, sur un liquide nutritif contenant de la sorbite, celle-ci est détruite peu à peu, en donnant de l'eau et du gaz carbonique, mais sans qu'on puisse constater, à aucun moment, la présence de sorbose dans le liquide.

» Dans une expérience, deux matras contenant chacun 50^{cc} d'une décoction de levure additionnée de sorbite (environ 4 pour 100), furent stérilisés et placés dans l'étuve à +30°, l'un d'eux ayant été ensemencé avec une trace de *Saccharomyces vini* pur. En douze heures, la surface du liquide était déjà couverte par le voile.

» Après trois semaines, le contenu des matras fut analysé et les résultats comparés avec ceux obtenus dans des circonstances analogues, sur la même décoction de levure, non additionnée de sorbite. Ces résultats, consignés dans le Tableau suivant, montrent qu'il n'y avait pas trace de sorbose dans la culture, mais que 38,7 pour 100 de la sorbite avaient disparu.

	Résidu à + 100°.	Acidité (en acide acétique).	Pouvoir réducteur.
Décoction de levure + sorbite (ensemencée)...	1,33	0,023	Nul.
» » (non ensemencée).	2,08	0,023	»
Décoction de levure seule (ensemencée)........	0,19	0,013	»
» (non ensemencée)....	0,22	0,023	»

» Parallèlement, dans d'autres matras, pour être sûr de ne pas contaminer les précédents par des ouvertures trop fréquentes et ne pas changer le titre de la solution, on avait vérifié, jour par jour, l'absence totale de sorbose.

» C'est là un résultat que j'ai eu, pendant plusieurs années, l'occasion de constater dans un nombre considérable d'expériences où les conditions étaient cependant aussi variées que possible.

» Ainsi, j'ai employé de la fleur du vin de plusieurs origines; au début, je prenais celle qui se développait spontanément sur le suc de sorbier; plus tard, j'en ai recueilli sur du vin, du suc de plusieurs fruits. J'ai varié aussi les conditions de culture, en faisant végéter le cryptogame à diverses

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 874; 1897.

températures, soit en présence d'un grand excès d'oxygène, soit, au contraire, en diminuant beaucoup l'accès de celui-ci; les résultats n'ont jamais changé quant à la production du sorbose.

» Enfin, j'ai opéré avec du suc provenant de trois espèces différentes de sorbes, recueillies à des états de maturation très divers et dans plusieurs localités; j'ai utilisé aussi du suc de cerises, du vin blanc ou rouge, de la décoction de levure ou du bouillon à la peptone, additionnés de sorbite.

» Dans aucun cas, la fleur du vin n'a donné trace de sorbose, tandis que la bactérie que j'ai signalée produisait rapidement ce sucre.

» Bien mieux, quand on opérait sur du jus de sorbes, dont le pouvoir réducteur après la fermentation alcoolique correspond encore à quelques grammes de glucose par litre ([1]), on constatait toujours la disparition partielle de celui-ci, en même temps que d'autres substances, par l'action de la fleur du vin.

» Ainsi, pour citer un exemple, un demi-litre de jus de sorbes fermenté fut additionné d'un demi-volume d'eau et placé à l'étuve à $+30°$, dans une cuvette ronde de $0^m,21$ de diamètre. La fleur du vin, ensemencée sur le liquide, s'y développa très rapidement. Après dix jours, les cellules furent séparées par filtration et le liquide, ramené à son volume primitif, fut analysé. On trouva :

	Avant la culture.	Après la culture.
Matières dissoutes..............	18,70 pour 100	14,05 pour 100
Pouvoir réducteur (en glucose)...	4,20 »	1,60 »

» D'après toutes ces observations, il semble bien difficile d'attribuer les résultats avancés par M. Matrot soit à une condition expérimentale encore à définir, soit à une race particulière de fleur du vin. Cet auteur déclare, en effet, s'être servi de mycoderme récolté indifféremment sur du jus de sorbes ou du vin, et avoir obtenu du sorbose dans de nombreuses expériences « quel qu'ait été le ferment employé dans l'oxydation ». On comprendrait mal que tous ces ferments appartinssent précisément à une seule race, race différente du type unique que j'ai rencontré dans toutes mes expériences.

» Au contraire, si on remarque que M. Matrot recommande de faire les cultures dans de simples cuvettes, exposées par conséquent à l'air dans l'étuve, on s'étonnera moins que des bactéries oxydantes aient pu se propager de cuvette en cuvette, par l'intermédiaire de mouches ou autrement.

([1]) Ce pouvoir réducteur ne paraît pas dû à un reste de sucre.

et ajouter ainsi leur action propre à celle de la fleur du vin. Cette explication me paraît d'autant plus vraisemblable que j'ai rencontré moi-même assez souvent de telles associations spontanées au début de mes recherches, et je puis déclarer qu'elles ne sont pas toujours faciles à reconnaître. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la préparation des vins blancs à l'aide des raisins rouges*. Note de M. V. **Martinand**. (Extrait.)

« J'ai montré que l'oxygène de l'air décolore le moût obtenu par le pressurage de la plupart des variétés de raisins rouges, et cela contrairement aux faits enseignés et publiés : que l'air avivait et augmentait l'intensité colorante du moût et du vin....

» Quelques faits, que j'ai pu observer, m'ont permis d'établir un procédé nouveau de préparation des vins blancs, qui consiste : 1° à extraire des raisins la plus grande quantité de moût possible; 2° à arrêter la fermentation du moût (et dans ce but, je conseillais le refroidissement); 3° à aérer le moût jusqu'à sa décoloration; 4° à séparer par décantation ou filtration le moût des parties solides; 5° à faire fermenter le moût.

» Ce procédé s'applique à la vinification en blanc de toutes les variétés de raisins dont le moût est décolorable par l'air....

» Le moût en fermentation, lorsqu'il s'est formé déjà plusieurs volumes pour 100 d'alcool, ne se décolore pas par l'aération; le moût décoloré se recolore par la fermentation, si on ne le sépare pas des pulpes et des produits oxydés. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des intermittences de repos et de travail sur la puissance moyenne du muscle*. Note de MM. **André Broca** et **Charles Richet**, présentée par M. Marey.

« Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 356 et 485; 1898) nous avons étudié la puissance des muscles fléchisseurs de l'index en régime permanent continu maximum, et nous avons donné les lois qui relient cette puissance maximum au poids soulevé et à la fréquence des contractions. Nous présentons aujourd'hui les résultats obtenus avec des alternances de repos et de travail.

» Nous désignerons par *fréquence* le nombre des contractions que le

muscle effectuerait en une minute s'il continuait à se contracter pendant le repos. Ainsi l'expression : *fréquence* 100, et *alternances* (de repos et de travail) 6^s, signifie que le muscle en travail continu ferait 100 secousses par seconde, mais que toutes les six secondes il y a eu six secondes de repos.

» Cela posé, étudions d'abord l'influence d'une minute de repos. Nous avons dit antérieurement que pendant la première minute on fait toujours un travail plus fort que pendant le travail continu permanent. Il s'ensuit qu'après un certain repos on retombe sur une première minute dans laquelle le travail est fort. Or il se trouve que l'excès de ce travail de la première minute, après repos, sur les autres minutes de travail exécuté en régime permanent compense à peu près le repos. La totalité du travail accompli n'aura donc pas subi de diminution appréciable.

» Cette influence des intermittences est plus évidente encore, si l'on compare un travail régulier, continu, à un travail dans lequel se succèdent des alternatives rythmées de travail et de repos. Même si l'on ne tient pas compte du travail produit, on observe un phénomène remarquable et sur lequel nous appelons l'attention : c'est que la fatigue diminue et que la douleur disparaît, et que, tout en donnant, comme dans le travail continu régulier, un effort maximum, on peut poursuivre longtemps cet effort maximum qui, dans le travail continu, eût été extrêmement pénible.

» Nous distinguerons trois cas : celui des poids faibles, inférieurs à 500^{gr}; celui des poids moyens, de 500^{gr} à 1000^{gr}, et celui des poids forts, au-dessus de 1000^{gr}.

» *Dans le premier cas, les intermittences sont nuisibles; dans le second cas, elles sont indifférentes; dans le troisième cas, elles sont favorables à la production du travail.*

» Dans le premier cas, en effet, c'est plutôt la course possible du muscle qui limite le travail que la fatigue véritable.

» Dans le second cas, de nombreuses expériences nous ont prouvé que les intermittences ne modifient pas la puissance moyenne, et que le travail continu n'est pas supérieur au travail avec intermittences (de trente secondes et au-dessous). Même il lui est légèrement inférieur.

» Nous donnons un exemple dans lequel les chiffres représentent en kilogrammètres par seconde la moyenne de six minutes de travail (fréquence : 150 par seconde) :

Travail.	Repos.	A. B. (P. de 900^{gr}).	Ch. R. (P. de 600^{gr}).
Continu	Nul	0,0237	0,0097
30^s	30^s	0,0253	0,0144
30^s	20^s	0,0241	0,0151
30^s	15^s	0,0210 (?)	0,0162
15^s	15^s	0,0281	0,0169
15^s	10^s	0,0272	0,0195
10^s	10^s	0,0250	0,0175
10^s	8^s	0,0295	0,0182
10^s	6^s	0,0264	0,0195
4^s	4^s	0,0304	0,0195
4^s	3^s,2	0,0294	0,0208
4^s	2^s,4	0,0289	0,0214
4^s	1^s,6	0,0276	0,0201
4^s	0^s,8	0,0289	0,0201
Continu	Nul	0,0280	0,0182

» De là cette conclusion que, si des intermittences alternent avec le travail, *le travail total reste constant;* fait imprévu et paradoxal, et que nous n'oserions pas énoncer s'il n'était le résultat de nombreuses expériences tout à fait concordantes.

» Dans le troisième cas, poids forts, supérieurs à 1000^{gr}, l'influence salutaire des intermittences apparaît en toute évidence. On peut alors effectuer un travail qui eût été impossible en régime continu (2000^{gr} au lieu de 1250^{gr} pour B.; 1500^{gr} au lieu de 1100^{gr} pour R.). Nous citerons seulement quatre expériences qui nous dispenseront d'entrer dans de plus longs développements. Dans ces expériences, les temps de repos et de travail étaient égaux (alternances).

Alternances.	B. (P. de 1250^{gr}). Fréq. 100.	B. (P. de 1250^{gr}). Fréq. 200.
Continu	0,053	Impossible
0^s,5	0,059	0,057
1^s	0,058	0,068
1^s,3	0,058	0,066
2^s,6	0,057	0,067
6^s,2	0,055	»

	R. (P. de 1050^{gr}). Fréq. 200.
Continu	Impossible
0^s,3	Impossible
0^s,7	0,028
1^s	0,030
1^s,6	0,035
2^s,6	0,031

» La dernière expérience montre, pour la fréquence 200 et l'alternance de 1s,3, l'accroissement de la puissance avec les poids, même supérieurs à ceux qui sont compatibles avec le régime continu.

Poids en grammes.	Puissance.	Poids en grammes.	Puissance.
800	0,050	1300	0,080
900	0,058	1400	0,084
1000	0,065	1500	0,091
1100	0,070	1600	0,089
1200	0,076	1700	0,084

» Ainsi, au point de vue pratique, nous pensons, par l'analyse expérimentale (au moins pour les fléchisseurs de l'index), avoir trouvé les meilleures conditions du travail :

» 1° Un poids très fort, de 1500gr ;

» 2° Une fréquence très grande, de 200 par minute;

» 3° Des intermittences de deux secondes environ de repos, alternant avec deux secondes de travail.

» Quant à la conclusion théorique, c'est que, pour le travail maximum du muscle, une circulation active, avec réparation par le sang oxygéné, est nécessaire. Des contractions répétées, énergiques et continues, en épuisant l'oxygène du sang irrigateur, mettent le muscle dans un état voisin de celui que nous avons appelé (*Archives de Physiologie*, 1897) *de contraction anaérobie*, état que nous avons démontré être funeste à la vie musculaire. Par conséquent, plus la circulation sera active, moins il y aura à craindre la fatigue et la ruine du muscle, dues aux produits nocifs de la contraction musculaire, pendant l'état anaérobie.

» Le repos du muscle, quelque court qu'il soit, est, grâce à la vasodilatation due au travail antérieur, une condition essentielle au développement de la puissance maximum. »

ZOOLOGIE. — *Évolution et structure des éléments conjonctifs chez la Paludine.* Note de M. **Joannes Chatin**.

« Au cours d'une série de recherches dans lesquelles je me proposais d'observer les faits de mobilisation et de multiplication cellulaires, consécutifs à l'invasion de la Paludine (*Paludina vivipara* L.) par la Cercaire

hérissée, j'ai été conduit à reprendre intégralement l'étude du tissu conjonctif palléal. Une extrême confusion règne encore à son sujet; elle n'est pas moins imputable aux divergences des auteurs qu'aux néologismes qu'ils n'ont cessé de multiplier pour appuyer leurs vues.

» Tous les éléments ainsi décrits sous les noms les plus variés se ramènent en réalité à un seul et même type, la cellule conjonctive. C'est à elle qu'on doit rapporter les *cellules ramifiées*, *cellules vésiculeuses*, *cellules plasmatiques*, *cellules compactes*, *cellules étoilées*, *cellules multipolaires*, *vésicules de Langer*, *cellules de Leydig*, etc.

» Dès qu'on étudie, avec une technique sérieuse, l'histologie du manteau de la Paludine, on constate que les prétendus tissus étoilé, compact, vésiculeux, plasmatique, etc. se rapprochent étroitement : tous les états de passage existent entre eux; pour mettre hors de doute leur intime pureté, il suffit de suivre l'évolution de la cellule conjonctive.

» A l'état initial, durant sa période de première jeunesse, elle présente constamment les mêmes dispositions dans son protoplasma aussi bien que dans son noyau. Toujours très réduit par rapport à celui-ci, le plasma somatique est sensiblement homogène; son aspect est plus souvent granuleux que spumeux ou réticulé.

» Mais ce qui caractérise essentiellement le noyau de la jeune cellule, c'est son volume : il s'affirme au point d'envahir presque totalement l'élément dont le plasma somatique se limite à une mince zone périnucléaire. J'ai déjà eu l'occasion de signaler cette karyomégalie chez divers Mollusques ([1]), mais je crois devoir y insister de nouveau. Cette notion n'apporte pas seulement une contribution intéressante pour l'histoire de la cellule conjonctive, elle explique, en outre, certaines erreurs.

» Telle est, en particulier, l'origine de ces descriptions, dans lesquelles on mentionne une *couche de noyaux ovoïdes*, une *couche de noyaux granuleux*, etc. On comprend comment des observateurs, peu familiarisés avec les faits de karyomégalie, ont pu commettre cette méprise. Le tissu palléal se trouve dans un état exceptionnel de suractivité; celle-ci ne se manifeste pas seulement sous l'influence des causes pathologiques, à la suite d'un traumatisme ou d'une invasion parasitaire; elle est aussi évidente dans les circonstances normales : la constitution générale du manteau, ses rapports, mieux encore et surtout la circulation intensive dont il est le siège suffisent à l'expliquer amplement. Il en résulte que, dans les pro-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 26 novembre 1894.

fondeurs ou dans les mailles de ce tissu conjonctif, on rencontre nombre d'éléments jeunes, à gros noyaux, souvent stratifiés et pouvant faire croire à l'existence de noyaux libres, de plasmodes plurinucléés, etc.

» Ces caractères initiaux s'effacent d'ailleurs promptement : la cellule conjonctive tendant vers son état de complet développement, de nombreuses différenciations s'opèrent et retentissent sur sa forme extérieure, comme sur sa constitution interne ; c'est à ce double point de vue qu'elle doit être maintenant examinée.

» Ses caractères morphographiques sont d'autant plus malaisés à résumer sommairement que nulle part le polymorphisme et le métabolisme de l'élément conjonctif ne s'exagèrent autant que chez les Mollusques. Cependant, il est quelques formes qui se dégagent immédiatement.

» En première ligne, se placent les cellules vésiculeuses, de beaucoup les plus répandues. On peut en rapprocher divers types, sans cesse représentés comme des espèces histiques, distinctes et autonomes : cellules de Leydig, vésicules de Langer, cellules plasmatiques; leur contour est ovoïde ou sphéroïdal, mais leur taille et certains détails de leur structure les distinguent des cellules vésiculeuses ordinaires. La forme rameuse ou étoilée est assez fréquente ; non seulement on peut l'observer sur des cellules tissulaires, examinées *in situ* dans les masses conjonctives, mais elle se rencontre dans les éléments mobilisés pour se porter à la rencontre des parasites, etc. Elle est très rare dans les cellules en voie de partition.

» Corrélativement à son polymorphisme, l'élément conjonctif présente des dimensions très variables. Dans une Note aussi succincte, je ne saurais donner que quelques approximations générales : durant la période initiale, décrite plus haut, le diamètre moyen est de 6^{μ}; aux stades suivants et selon les diverses formes, il varie de 10^{μ} à 50^{μ}. Cet accroissement porte principalement sur le protoplasma, dont l'aspect se modifie : des vacuoles y apparaissent et s'étendent parfois au point de refouler le plasma vers la périphérie, dessinant une sorte d'*utricule primordiale* reliée à l'intérieur par des trabécules. Les cellules dites *de Leydig* et *de Langer* montrent surtout cette disposition. Lorsque le protoplasma demeure plus continu, peu vacuolaire, il offre généralement une structure réticulée, très différente de l'aspect granuleux du début.

» Des changements tout aussi notables s'opèrent dans l'appareil nucléaire : la karyomégalie originelle n'est plus qu'un souvenir; le noyau se trouve ramené, par le développement même du plasma somatique, à des dimensions plus normales. Sa structure est également mieux définie : la

membrane nucléaire se distingue plus aisément; la formation nucléinienne présente une double différenciation chromatique et achromatique.

» Ces détails, relatifs à la constitution de l'appareil nucléaire, se précisent mieux encore lorsqu'on examine la cellule, non plus à l'état quiescent, mais durant sa période de partition.

» On peut regretter que, se bornant à mentionner des faits de division dans le tissu conjonctif des Gastéropodes, les auteurs aient généralement négligé de faire connaître les divers processus de cette division. Une telle étude ne laisse pourtant pas d'être instructive, ainsi que j'espère pouvoir l'établir dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *La dissociation de l'œuf en un grand nombre d'individus distincts et le cycle évolutif chez l'*Encyrtus fuscicollis (*Hyménoptère*). Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La reproduction asexuée peut se manifester chez les Insectes à différents stades de l'ontogénèse. Tantôt ce sont des larves qui reproduisent par bourgeonnement à l'intérieur de leur corps de nouvelles larves (pédogénèse); tantôt ce sont des adultes qui donnent naissance à de nouveaux individus se développant dans les ovaires des parents (parthénogénèse des Pucerons). Nous venons de découvrir chez les Hyménoptères parasites un nouveau mode de reproduction qui complète cette série de phénomènes dont elle constitue, en quelque sorte, le premier degré; chez l'*Encyrtus fuscicollis* que nous avons observé, c'est, en effet, au début de l'ontogénèse, dans l'œuf lui-même, que se produit la dissociation du corps, et c'est aux dépens d'un œuf unique que l'on va voir se constituer un nombre d'embryons très grand, pouvant dépasser cent, et tous destinés à devenir des Insectes parfaits qui, en général tout au moins, seront de même sexe.

» M. Ed. Bugnion [1] avait déjà observé que les chenilles de l'Hyponomeute du Fusain pouvaient, dans le courant de juin, contenir des chaînes d'embryons parasites fort curieuses. Ces chaînes, dont on ne trouvait, en général, qu'un exemplaire par chenille parasitée, étaient formées, en moyenne, de cinquante à cent individus disposés à la suite les uns des

[1] Ed. Bugnion, *Recherches sur le développement postembryonnaire, l'anatomie et les mœurs de l'*Encyrtus fuscicollis (*Recueil zoologique suisse*, t. V, p. 435-535, 1891).

autres, englobés dans une masse granuleuse analogue à un vitellus et *réunis dans un long tube épithélial commun* qui, fermé aux deux bouts, flottait dans la lymphe de la chenille à côté du tube digestif. Bugnion suivit le développement de ces embryons et vit que chacun d'eux donnait naissance à un *Encyrtus fuscicollis.* Comment et où l'*Encyrtus* effectuait-il sa ponte? Quelles étaient surtout l'origine et la signification du tube épithélial commun enveloppant la chaîne d'embryon? Il y avait là des questions bien faites pour exciter la curiosité du naturaliste. M. Bugnion pensait que l'*Encyrtus* éclos en été hivernait ou présentait une seconde génération ayant pour hôte un animal inconnu; il estimait que, en tout cas, il devait, pendant le mois de mai, déposer ses œufs *par paquets* à l'intérieur de la chenille de l'Hyponomeute; quant au tube épithélial, il dérivait, d'après lui, des amnios des embryons séparés secondairement de ces derniers et soudés bout à bout. Ces déductions, bien que fort légitimes en apparence, ne répondent pourtant nullement à la réalité des faits.

» J'ai observé la ponte de l'*Encyrtus fuscicollis;* or, ce n'est pas au mois de mai qu'il dépose ses œufs, mais c'est au mois de juillet, quelques jours à peine après être éclos; de plus, ce n'est pas dans la chenille, mais dans la ponte même de l'Hyponomeute que ses œufs sont pondus. Le minuscule Chalcidien se pose sur une ponte et s'y installe pendant des heures, lardant successivement avec sa tarière tous ou presque tous les œufs qu'elle présente. Je réserve les détails de cette opération, que j'ai longuement observée, pour un prochain Mémoire, et je me contente de dire que le temps nécessaire à l'*Encyrtus* pour déposer son œuf dans celui de l'Hyponomeute varie entre une demi-minute et deux minutes; presque aussitôt après, il passe à un autre œuf de la même ponte et ainsi de suite, durant des heures entières; puis, lorsqu'il a terminé, il gagne une autre ponte et recommence sa manœuvre.

» Un fait capital résulte de l'observation précédente. Étant donnée la quantité d'œufs limitée contenue dans les ovaires d'un *Encyrtus,* il est matériellement impossible que, dans le temps si court nécessaire pour effectuer sa ponte, il dépose, dans chaque œuf de Papillon, un nombre d'œufs égal à celui des embryons composant une des chaînes dont nous avons parlé. Un seul œuf doit donc être pondu dans l'œuf de l'Hyponomeute et cet œuf unique doit se dissocier en un grand nombre d'embryons.

» Cette déduction qui s'impose est prouvée par l'observation directe. J'ai assisté au commencement de l'évolution de l'œuf et j'ai constaté que son amnios est d'abord constitué comme celui des autres Chalcidiens

connus; puis, ses cellules se multipliant rapidement, il s'allonge de façon à former le tube épithélial. Quant aux cellules qui se trouvent à l'intérieur de l'amnios, au lieu de se constituer en un seul embryon, comme c'est le cas habituel, elles se dissocient de façon à donner naissance à toute une légion de petites *morula*, qui plus tard s'organiseront en embryons et se disposeront en file, à mesure que l'enveloppe amniotique, tout en grandissant, passera de la forme vésiculaire primitive à celle d'un long tube flexueux. Tout le produit de la segmentation n'est pourtant pas consacré à la formation des embryons; dès le début, on voit s'isoler, à la périphérie, une masse cellulaire en forme de croissant qui augmente graduellement de taille et se dissocie pour former vraisemblablement la masse granuleuse qui remplit le tube amniotique et englobe les embryons.

» De l'observation qui précède il résulte donc la découverte d'un mode de reproduction entièrement nouveau chez les Arthropodes et dont il est difficile, je crois, de trouver un équivalent chez les Métazoaires. Comment maintenant doit-on interpréter ce curieux cas de métagénèse? Faut-il considérer le tube contenant la chaîne d'embryons comme une nourrice dont le soma serait représenté par le tube épithélial et par les cellules internes ne participant pas à la formation des embryons? On ne peut s'empêcher de penser aux Cysticerques et aux Orthonectides; mais de tels rapprochements seraient actuellement imprudents. Nous préférons nous borner aux faits, en attendant pour leur interprétation générale que les observations que nous poursuivons sur des espèces différentes nous fournissent de plus amples données. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les anomalies optiques et le polymorphisme.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Dans son célèbre Mémoire sur les anomalies optiques, Mallard a développé une théorie permettant d'expliquer, en s'appuyant sur les seules lois de la Cristallographie, le polymorphisme et les anomalies optiques de certains cristaux. Cette théorie a soulevé plusieurs objections : 1° les cristaux les plus symétriques résultant de l'enchevêtrement de cristaux moins symétriques ne sont pas homogènes, puisque les particules fondamentales, différemment orientées, ne sont pas sur des réseaux parallèles; 2° certains cristaux, quoique agissant sur la lumière polarisée, possèdent des angles qui sont exactement ceux de cristaux isotropes et ne peuvent, par suite, être considérés comme appartenant à un système de symétrie

inférieure; 3° les nitrates cubiques d'une part, les aluns de l'autre, isotropes quand ils sont purs, deviennent anisotropes en se mélangeant; 4° les cristaux de symétrie inférieure, maclés suivant la loi d'association dans la forme la plus symétrique, quoique se pénétrant intimement, restent toujours distincts et ne donnent pas naissance à la forme la plus symétrique.

» Or il est facile de faire tomber ces objections en faisant dériver les formes les moins symétriques de la forme la plus symétrique, au lieu de faire l'inverse, comme l'a proposé Mallard. Normalement, les formes les moins symétriques sont des formes mériédriques de la forme la plus symétrique; autrement dit, les particules fondamentales s'orientent de façon à donner naissance à des particules symétriques possédant la totalité, ou seulement certains des éléments de symétrie du réseau. Quand toutes les formes sont stables à la même température, non seulement elles peuvent se macler suivant les lois établies par Mallard, mais encore, puisqu'elles ne diffèrent que par l'orientation des particules fondamentales, elles peuvent s'associer en particules de formes quelconques, de tailles quelconques pour donner des cristaux dont les propriétés physiques, dépendant de la structure, sont éminemment variables.

» Tel est le cas de la fluorine qui présente exactement les angles d'un cristal terquaternaire, et qui tantôt est cubique, tantôt ne possède qu'un axe ternaire et trois plans de symétrie, tantôt ne possède qu'un plan de symétrie; les deux dernières formes sont mériédriques de la variété cubique et peuvent s'associer avec elle en toutes proportions.

» De même les cristaux de boracite sont exactement cubiques au point de vue morphologique; mais ils sont composés, comme l'a montré Mallard, de douze pyramides, orthorhombiques hémimorphes, d'après M. Baumhauer. Ces pyramides sont orientées de façon que leur axe binaire coïncide avec un axe binaire du cristal total considéré comme cubique et leurs deux plans de symétrie avec un plan de symétrie principal et un plan de symétrie non principal. La boracite anisotrope est donc encore un cristal mériédrique, mais la forme holoédrique n'est pas stable à la température ordinaire et il faut chauffer le cristal orthorhombique pour permettre aux particules fondamentales de tourner autour de leur centre de gravité de façon à donner naissance à une particule holoédrique.

» Mais dans bien des cas, c'est l'inverse qui se produit : à la température ordinaire, les conditions d'équilibre ne sont pas rigoureusement satisfaites dans les formes les moins symétriques; elles ne le sont que grâce à une

légère contraction ou dilatation entraînant un changement de densité et une faible déformation du réseau. Celui-ci ne possède plus que des axes limites et si les cristaux quasi symétriques peuvent se macler autour de ces axes, ils restent toujours distincts et ne peuvent donner naissance à la forme la plus symétrique. Ils ne sont pas en rapport direct avec celle-ci, mais ce rapport s'établit par l'intermédiaire d'une forme instable ayant le même réseau que le cristal le plus symétrique.

» L'aragonite, par exemple, qui cristallise en prisme de 116°, présente fréquemment une macle constituée par trois cristaux orientés à 120° l'un de l'autre, mais jamais dans les parties communes on n'observe de calcite; en outre les trois indices de réfraction de l'aragonite sont supérieurs au plus petit indice de la calcite. Celle-ci ne peut donc résulter d'un groupement de trois cristaux d'aragonite de 116° orientés à 120°. D'ailleurs l'expérience consistant à transformer l'aragonite en calcite par l'action de la chaleur le démontre également. Quand on chauffe l'aragonite, ses indices diminuent et l'angle se rapproche progressivement de 120° : en effet, d'après Fizeau, non seulement le coefficient de dilatation de la petite diagonale de base est plus grand que celui de la grande diagonale, mais encore il augmente avec la température trois fois plus vite que lui. Cette augmentation paraît se faire brusquement lorsqu'on approche de la température de transformation, puisqu'à cette température l'aragonite éclate. Ce n'est pas, comme on le voit, une aragonite de 116°, mais probablement une aragonite de 120°, qui se transforme en calcite. Je ferai remarquer que cette déformation, dans la théorie de Mallard, est plus complexe; certains réseaux, pour devenir parallèles à celui d'un édifice orienté à + 120° du réseau originaire, doivent se déformer de $-4°$; d'autres, pour devenir parallèles à celui d'un édifice orienté à $-120°$, doivent se déformer de $+4°$. Il est donc plus simple d'admettre une seule déformation, indiquée par l'expérience, consistant en une transformation des réseaux de 116° en réseaux de 120° existant dans la calcite. On n'oubliera pas d'ailleurs que l'aragonite et la calcite doivent être considérées comme deux formes mériédriques d'un carbonate de chaux hexagonal que nous ne connaissons pas encore. »

GÉOLOGIE. — *Contribution à la géologie du bas Sénégal.* Note de M. Stanislas Meunier.

« Au milieu de l'activité déployée, par les naturalistes de toutes les spécialités, dans l'étude du continent africain, on est très étonné de voir

l'espèce d'oubli dans lequel est resté, au point de vue géologique, le littoral sénégalais. Les collections du Muséum renferment des séries d'échantillons ramassés sur cette côte ([1]), mais sans que les collecteurs aient été à même d'apprécier les relations mutuelles des différents terrains, et cette ignorance s'explique par le peu de relief du pays et par l'extension, à sa surface, de sables récents et de latérites qui masquent les détails de sa constitution. Il a fallu, pour que cette lacune fût enfin comblée, que des recherches industrielles, poursuivies dans l'espérance de découvrir des gisements exploitables de phosphate de chaux, aient provoqué de très nombreux forages distribués systématiquement. Grâce au dévouement à la Science de M. Auguste Dollot, que je me fais un plaisir de remercier, j'ai été mis en possession des intéressants documents ainsi réunis : je demande à l'Académie la permission de résumer mes principaux résultats.

» Du rapprochement mutuel des échantillons étudiés, il paraît d'abord résulter que l'on doit les répartir en quatre niveaux principaux, au-dessus desquels s'étend le manteau superficiel de matériaux détritiques qui vient d'être rappelé. Le plus ancien de ces terrains consiste en couches calcaires, souvent riches en fossiles, et mêmes pétries en quelques points, comme Pobenquine, de grosses turritelles et de bivalves dont nous n'avons que des moules incomplets. Quelques comparaisons, d'ailleurs trop peu nombreuses, tendraient à faire rapprocher stratigraphiquement ces calcaires, qui sont redressés et plissés, des roches crétacées étudiées par M. von Kœnen dans le Cameroun. Au-dessus d'eux se développent, avec une épaisseur qui peut dépasser 14^m, des argiles feuilletées, blanches, très remarquables par les concrétions siliceuses, voisines des ménilites, dont elles sont remplies, et qui, au microscope, se montrent comme constituées par d'innombrables rhomboèdres de dolomie, réunis entre eux par un ciment argilo-siliceux. On retrouve ces rhomboèdres jusque dans la pâte des silex et parfois le produit de leur épigénie. Ces roches singulières supportent des couches plus ou moins compliquées, suivant les points, et qui présentent le double intérêt d'être fossilifères et de constituer un niveau phosphaté des mieux caractérisés. Les fossiles, consistant surtout en dents de poissons, ont un faciès éocène qui permet de rapprocher les phosphates sénégalais de certains dépôts algériens et tunisiens bien connus. Quant au phosphate,

([1]) Depuis 1820 par Grandin, jusqu'à 1824, de Beaufort; 1829, Perrotet, Tourette et surtout Leprieur; 1836, Eugène Robert; 1835, Heudelot; 1850, Raffenel.

il paraît s'être introduit dans les couches à la faveur d'une imprégnation dont il est possible de soupçonner certaines conditions. Enfin, l'ensemble est couronné par des calcaires généralement jaunâtres, exploités comme pierres à chaux, à Merina, près de Rufisque, et que l'on retrouve presque sans interruption jusqu'à Joal.

» Si, après cet aperçu général sur la structure du sol, nous revenons sur le niveau phosphaté, nous constaterons qu'il consiste en roches qui, manifestement, ont été modifiées profondément depuis leur dépôt. Le type le plus abondant de beaucoup se présente comme une substance dure et assez fragile, incomplètement attaquable aux acides, dans lesquels ses fragments conservent intégralement leur forme. La silice forme le ciment général de la masse; en certains points, elle s'est même concentrée de façon à constituer des rognons siliceux, d'ailleurs souvent mal délimités et se fondant d'ordinaire peu à peu dans la substance ambiante. Au microscope, on reconnaît d'habitude à la roche une structure presque oolithique, résultant de l'abondance d'ovoïdes plus ou moins gros, très réguliers et consistant surtout en phosphate de chaux. Avec eux, se présentent des rhomboèdres tout pareils à ceux de l'argile siliceuse feuilletée et dont la profusion est vraiment bien singulière; enfin, des vestiges fossiles troués comme des spicules de Spongiaires, des Foraminifères à faciès tertiaire (*ortulina, triloculina, biloculina*, etc.), et parfois aussi des diatomées.

» Malgré la prodigieuse différence d'âge et malgré l'énorme distance kilométrique, on trouve des analogies entre cette roche sénégalaise et certains phosphates exploités maintenant si activement dans les couches dévoniennes du Tennessée. On doit croire que l'imprégnation phosphatique a dû se produire, des deux parts, dans des conditions uniformes. Or, pour ce qui est du Sénégal, je ne puis m'empêcher de rattacher l'abondance du phosphate de chaux, dans le sol stratifié, à la proximité d'un pointement de roche éruptive excessivement riche en apatite. Il s'agit d'un rocher de basalte, situé à Diskoul, c'est-à-dire séparé de Rufisque par une distance de 1200^m, et connu dans le pays sous le nom de *Saïssay*. En lame mince, au microscope, l'apatite s'y montre de toutes parts; l'acide chlorhydrique, où la poussière de la roche a séjourné un quart d'heure à chaud, précipite abondamment par le molybdate d'ammoniaque. Un spécimen m'a donné près de 20 pour 100 de phosphate de chaux. N'est-il pas légitime de voir, dans ce pointement, une source possible du phosphate contenu dans le sol? Et ne serait-ce pas un analogue exact des silicifications si fréquentes

des couches au voisinage des filons de quartz? La magnésie, si visible sous la forme de dolomie, pourrait, de son côté, dériver également des laboratoires profonds. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse un relevé des dépressions barométriques du mois de décembre 1897, comparées aux perturbations solaires et aux passages des essaims périodiques d'étoiles filantes.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 février 1898.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. Tome troisième. Année 1897, fascicule n° 4. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 février 1898. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Le Centenaire du Mètre. Les précurseurs du Système métrique et les mesures internationales, par Jules Michel, Ingénieur en chef, etc. Extrait du *Correspondant.* Paris, L. de Soye et fils, 1898; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Faune de la Normandie, par Henri Gadeau de Kerville. Fascicule IV. Paris, Baillière et fils, 1897; 1 vol. in-8°.

Physiologie du foie. Recherches expérimentales au moyen des circulations artificielles à travers le foie et le pancréas, par le Dr Frédéric Marty. Paris, J.-B. Baillière et fils; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Physiologie.)

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, 4e série. Tome XXII. N° 1. Bruxelles, Hayez, 1898; 1 vol. in-8°.

Sur l'aire des polygones, Mémoires présentés à l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, par Antonio Cabreira. Lisbonne, 1897; 1 broch. in-8°.

The astrophysical Journal, an international Review of Spectroscopy and astronomical Physics. January, 1898. Chicago, William Wesley and son; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 février 1898.)

Note de M. *E. Grimaux,* Sur les dérivés de la cinchonine :

Page 575 et suiv., *au lieu de* mézoquinène, *lire partout* méroquinène.

Note de M. *Edm. Perrier,* Sur la place des Éponges dans la classification, etc. :

Page 582, ligne 3 en remontant, *au lieu de* les animaux, *lisez* ces animaux.
Même page, ligne 2 en remontant, *au lieu de* sécrétion, *lisez* direction.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. — Les aldéhydes et l'azote;* par M. **Berthelot**.

« L'action de l'effluve sur les carbures et sur l'hydrogène étant accompagnée, dans le cas des carbures et des alcools de la série grasse, c'est-à-dire forméniques et éthyléniques, par l'élimination d'une certaine dose d'hydrogène, précisément comme la formation des aldéhydes, il résulte de cette relation que la synthèse des composés azotés, dérivés des carbures et des alcools, est nécessairement connexe de celle des composés azotés qui dérivent des aldéhydes.

» De là l'intérêt présenté par l'étude de ce nouveau groupe de réactions. Mes recherches ont porté sur les aldéhydes primaires, éthylique, propylique, et sur l'acétone (aldéhyde isopropylique), type des aldéhydes secondaires; j'ai procédé à la comparaison des aldéhydes primaires, homologues

et isomères entre eux, à celle des aldéhydes primaires et secondaires, isomériques, ainsi qu'à celle des aldéhydes avec les alcools isomères. Je rattacherai à ces recherches certains dérivés éthérés, tels que le méthylal diméthylique. Pour les corps précédents, les réactions ont pu être poussées jusqu'à leur limite, en raison de l'état gazeux, ou gazéifiable, des systèmes.

» Mais il m'a paru nécessaire de poursuivre l'étude comparative de la fixation de l'azote sur les composés aldéhydiques, jusque sur les corps fixes ou peu volatils. Quoique cette étude n'ait pu être amenée, comme dans les cas précédents, jusqu'à la limite des réactions, en raison de l'état physique des corps expérimentés, elle n'en fournit pas moins des résultats intéressants. A ce point de vue, je citerai d'abord mes essais sur les dérivés condensés des aldéhydes, tels que l'aldol, le paraldéhyde, l'aldéhyde méthylique en dissolution, et le trioxyméthylène cristallisé; ainsi que sur le furfurol, le camphre (aldéhyde campholique), l'aldéhyde benzylique (essence d'amandes amères), et la benzoïne qui en dérive par condensation, l'aldéhyde cinnamique (essence de cannelle), l'aldéhyde salicylique à fonction complexe; enfin, le quinon, type des aldéhydes phénoliques.

» Je rappellerai d'ailleurs que les composés azotés, formés dans ces diverses réactions, de même que les composés azotés dérivés des carbures et des alcools, sont des composés peu ou point volatils, c'est-à-dire des molécules condensées et généralement polyazotées.

» Entrons dans les détails.

A. ALDÉHYDES DE LA SÉRIE GRASSE. — SYSTÈMES GAZEUX.

I. — Aldéhyde éthylique : C^2H^4O.

» (1). $C^2H^4O + Az^2$, à volumes gazeux sensiblement égaux

$$(24^{cc}\,C^2H^4O + 22^{cc},8\,Az^2);\ \text{seize heures.}$$

Gaz initial........	$C^2H^4O = 100^{vol}$	Gaz final............	$H^2 = 25,8$
			$Az^2 = 59,6$
		Ni CO^2, ni CO, ni CH^4.	
			Az^2 absorbé $= 35,4$

» Rapports des éléments condensés :

$$C^2H^{3,5}O\,Az^{0,35}.$$

» (2). $C^2H^4O + 1,5\,Az^2$, c'est-à-dire excès d'azote; dix-sept heures.

Gaz initial........	$C^2H^4O = 100^{vol}$	Gaz final..............	$H^2 = 22,6$
			Az^2 absorbé $= 41,8$

» Rapports des éléments condensés :

$$C^2H^{3,55}OAz^{0,42}.$$

» La dose d'Az condensée est un peu plus forte.

» Il y a séparation d'hydrogène aux dépens de la molécule aldéhydique, sous deux formes : en partie à l'état libre, et en partie de façon à constituer, avec l'azote, les éléments de l'ammoniaque, dont dérive le composé amidé qui prend naissance. Les résidus ou radicaux constitutifs de ce composé sont, dès lors, moins hydrogénés que ceux de l'aldéhyde.

» Prenons la moyenne des deux résultats précédents :

$$C^2H^{3,52}OAz^{0,39},$$

soit

$$C^{10}H^{18}Az^2O^5.$$

» Cette formule peut être regardée comme la somme de celles de deux composés plus simples, dérivés, l'un de 2 molécules d'aldéhyde

$$C^4H^7AzO^2 \quad \text{ou} \quad (C^2H^2.HO)(C^2H.HO)(AzH^2),$$

hydrate de $C^2H.AzH^2$; l'autre de 3 molécules

$$C^6H^{11}AzO^3 \quad \text{ou} \quad (C^2H^2.HO)^3(AzH^2),$$

hydrate de $C^6H^3.AzH^2$.

» Le produit n'offre pas de réaction alcaline au tournesol.

» Traité par l'acide chlorhydrique, il fournit un sel soluble, très altérable.

» (3). C^2H^4O liquide, en excès notable, et azote (pour mémoire). En effet, c'est ici le lieu de rappeler l'expérience citée à la page 565 du présent Volume des *Comptes rendus*, dans laquelle figurent les produits de la décomposition initiale de l'aldéhyde, précédant l'absorption de l'azote, tels que

$$C^2H^4O = CH^4 + CO,$$

réaction pyrogénée susceptible de se développer sous l'influence de la chaleur seule, dans des conditions nettes ([1]), et divers autres composés inégalement condensés.

» Rappelons ici que l'éther glycolique, isomère de l'aldéhyde éthylique, pris sous le même poids, a absorbé 2 atomes d'azote, c'est-à-dire cinq fois autant que cet aldéhyde.

([1]) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. VI, p. 472; 1875.

II. — Aldéhyde propylique primaire : C^3H^6O.

» (1). On a opéré avec un mélange d'azote et de vapeur d'aldéhyde propylique, c'est-à-dire avec un grand excès d'azote (4^vol^ environ pour 1^vol^ de C^3H^6O).

Gaz initial......	$C^3H^6O = 100$	Gaz final..........	$H^2 = 43,6$
		CO^2 et CO.....	4 environ
		Az^2 absorbé........	66,7

» Rapports des éléments condensés :

$$C^3H^{5,13}OAz^{1,33},$$

soit

$$C^9H^{16}Az^4O^3 \quad \text{ou} \quad 2[C^3H^2.HO.(AzH^2)] + [C^3H.HO.(AzH^2)^2].$$

» Ces composés répondent aux dérivés de l'aldéhyde éthylique, mais avec une dose d'azote fixée presque triple pour une molécule.

» Dans une autre expérience, faite avec l'aldéhyde propylique liquide, en présence d'un demi-atome d'azote seulement, tout l'azote a été absorbé : ce qui donne déjà un chiffre supérieur à l'aldéhyde éthylique.

III. — Acétone ou aldéhyde propylique secondaire : C^3H^6O.

» (1). On a opéré avec un mélange d'azote et de vapeur d'acétone, c'est-à-dire avec un grand excès d'azote (près de 5^vol^ d'azote pour 1^vol^ C^3H^6O):

Gaz initial	$C^3H^6O = 100$	Gaz final............	$H^2 = 33,3$
		Az^2 absorbé.........	89

» Rapports des éléments condensés :

$$C^3H^{5,3}OAz^{1,8},$$

rapports voisins de $(C^3H^6Az^2O)^n$ ou $[C^3H.HO(AzH^2)^2]^n$, avec perte de $\frac{H^2}{3}$, attribuable à quelque composé secondaire.

» On observe ici une dose d'azote absorbée encore supérieure, pour une molécule, à celle qu'absorbe, à poids égal, l'aldéhyde propylique primaire, et voisine de celle que doit absorber son isomère, l'éther propylglycolique (pseudoxyde de propylène); si l'on en juge d'après les analogies de l'éther du glycol.

» Au contraire, l'alcool allylique, quatrième isomère de fonction différente, représenté aussi par la formule C^3H^6O, absorbe seulement les deux

tiers d'un atome d'azote; soit la moitié de ce que prend l'aldéhyde propylique normal, et le tiers environ de ce que prend l'acétone, sous le même poids moléculaire.

» Ces relations méritent d'être notées; en tout cas, elles confirment les différences de constitution et de capacité de saturation existant entre ces isomères.

» Donnons, comme complément, les résultats obtenus sur un dernier dérivé de la même fonction, susceptible d'être étudié à l'état gazeux comme les précédents : c'est l'éther de l'aldéhyde méthylique.

IV. — Méthylal diméthylique : $C^3H^8O^2 = CH^2O + 2CH^4O - H^2O$.

» (I). *Méthylal diméthylique*, sous forme gazeuse, avec excès d'azote (vingt-quatre heures).

Gaz initial...	$C^3H^8O^2 = 100$	Gaz final (azote déduit)...	$H^2 = 71,1$
	$Az^2 = 300$		$CO^2 = 4,4$
			$CO = 2,2$
		Az² absorbé............	128,9

» Rapport des éléments condensés (en négligeant les petites quantités de CO^2 et CO) :

$$C^3H^{6,7}O^2Az^{2,6} \quad \text{ou} \quad C^9H^8Az^8, 6H^2O.$$

» Ces formules brutes se rapportent aussi bien à des dérivés hydroxylés qu'à des hydrates proprement dits.

» Observons que les rapports des trois premiers éléments sont voisins de l'unité; précisément comme dans les polyamines hydrogénées et hydroxylées, dérivées du type de $(CHAz)^n$, que j'ai obtenues avec les mélanges d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'azote, soumis à l'action de l'effluve (ce Volume, p. 611 et 615). On peut les représenter par un mélange en proportion inégale de deux composés de l'ordre : soit de l'hexaméthylènetétramine (dérivée de l'aldéhyde méthylique), $C^6H^{12}Az^4$; soit de la glycosine, $C^6H^6Az^4$, et de la glyoxaline, $C^3H^4Az^2$, dérivées du glyoxal. Tel serait, pour préciser, le mélange suivant : $2C^3H^3Az^3 + C^3H^2Az^2$. On pourrait encore admettre certaines amines hydroxylées correspondantes. Dans tous les cas, l'un de ces corps répondrait aux deux molécules de l'alcool méthylique, l'autre à la molécule unique de l'aldéhyde méthylique génératrice.

» Les expériences qui suivent sont moins complètes que les précédentes, ayant été exécutées sur des composés dont la tension de vapeur est trop

faible pour permettre d'atteindre la limite. Elles n'en conservent pas moins une valeur comparative.

B. — DÉRIVÉS CONDENSÉS DES ALDÉHYDES DE LA SÉRIE GRASSE.

» I. *Aldol :* $C^4H^8O^2$. — Ce corps, employé en excès, a absorbé la totalité de l'azote mis en expérience. Les gaz dégagés étaient peu abondants ; soit pour 100 d'azote absorbé : $H^2 = 10$; $CO = 2,5$; $CO^2 = 1,2$.

» On remarquera que la perte d'hydrogène est faible, et que tout l'oxygène demeure dans la matière condensée.

» II. *Paraldéhyde*, rectifié à point fixe : $C^6H^{12}O^3$. — $0^{gr},7$, c'est-à-dire un excès (dix-huit heures). Tout l'azote a été absorbé, quoique l'absorption ait été lente. Pour 100 d'azote absorbé, on a trouvé :

Gaz dégagés... $H^2 = 37$; $CH^4 = 11$; $CO = 5$; $CO^2 = 1$

» III. *Trioxyméthylène* cristallisé : $C^3H^6O^3$; en poudre. — Quelques décigrammes. Az^2 absorbé : 4^{cc} seulement. L'absorption se fait mal. Gaz dégagés très peu abondants. Pour 100 d'azote absorbé, on a trouvé :

$$H^2 = 16; \quad CO = 23; \quad CO^2 = 31.$$

» IV. *Dissolution de* CH^2O, à 60 pour 100. — $0^{cc},7$ (dix-huit heures). Az^2 absorbé : $4^{cc},4$ seulement.

» Gaz dégagés, pour 100 d'azote absorbé :

$$H^2 = 98; \quad CO = 21; \quad CO^2 = 70.$$

C. — ALDÉHYDES APPARTENANT A DES SÉRIES MOINS HYDROGÉNÉES ET CYCLIQUES.

» I. *Camphre (aldéhyde campholique)* : $C^{10}H^{16}O$; cristallisé ; quelques décigrammes : $13^{cc},1$ Az (dix-sept heures). — Absorption à peu près totale, effectuée assez rapidement. Formation d'un composé alcalin. Aucun gaz dégagé en proportion sensible : ce qui est remarquable par comparaison avec les aldéhydes de la série grasse.

» II. *Aldéhyde benzylique* (essence d'amandes amères) : C^7H^6O, liquide ; $0^{gr},6$ environ. — Absorption assez lente de $11^{cc},1$ d'azote. Traces d'hydrogène dégagé (sans CO ni CO^2), représentant seulement 4 pour 100 du volume de l'azote absorbé. Le produit, chauffé avec de la chaux sodée, a dégagé une vapeur alcaline, exempte d'aniline.

» III. *Benzoïne* (aldéhyde benzylique condensé) : $C^{14}H^{12}O^2$ cristallisé. — Absorption de l'azote très faible ($2^{cc},3$). Aucun gaz dégagé.

» IV. *Aldéhyde cinnamique* pur : C^9H^8O liquide; $0^{gr},3$ environ. — Azote absorbé faible ($2^{cc},5$). Gaz dégagés : $CO^2 = 0^{cc},5$; $CO = 0^{cc},1$; $H^2 = 0,1$.

» V. *Aldéhyde salicylique :* $C^7H^6O^2$, liquide; $0^{gr},65$. — Azote absorbé faible ($2^{cc},8$). Gaz dégagés : $CO = 1^{cc}$; ni CO^2, ni H sensible.

» VI. *Furfurol :* $C^5H^4O^2$ pur, liquide; $0^{gr},8$. — L'absorption de l'azote se fait bien au début, puis elle se ralentit. Après vingt-quatre heures, elle s'élevait à $10^{cc},7$ seulement.

» Gaz dégagés : $CO = 0^{cc},6$; ni CO^2, ni H^2, ni carbures.

» VII. *Quinon :* $C^6H^4O^2$ cristallisé. — Quelques décigrammes (vingt-quatre heures), $8^{cc},8$ Az absorbé. Gaz dégagés très faibles : $H^2 = 0^{cc},5$; $CO = 0^{cc},1$.

» En somme, ces divers aldéhydes ou congénères, appartenant aux séries cycliques, se distinguent des aldéhydes de la série grasse, parce qu'ils ne dégagent que peu ou point d'hydrogène. L'absorption de l'azote est notable avec l'aldéhyde campholique, le furfurol et le quinon. Ce sont là, d'ailleurs, des indications préliminaires.

VIII. Glucose et dérivés.

» (1). Le *glucose,* alcool-aldéhyde, $C^6H^{12}O^6.H^2O$, a été placé, à l'état pulvérulent, dans un tube à effluve, avec de l'azote. L'absorption est lente et pénible; sans doute à cause de l'absence de tension gazeuse de ce composé. Cependant, quelques décigrammes ont absorbé $3^{cc},4$ d'azote, soit $0^{gr},004$ environ; en dégageant : $H^2 = 1^{cc},7$; $CO = 0^{cc},5$; $CO^2 = 0^{cc},9$.

» (2). *Cellulose* (papier Berzélius). — On a enroulé, sur le tube intérieur de l'éprouvette à effluve, une bande pesant $0^{gr},3563$, que l'on a légèrement humectée (huit heures). D'après le dosage de l'azote sur le produit, ce papier avait fixé $0^{gr},0068$ d'azote.

» La fixation est lente et pénible. Si l'intervalle gazeux entre les diélectriques est plus notable, elle tombe à des chiffres excessivement faibles. Elle est accompagnée d'ailleurs par un commencement de décomposition de la matière. En effet, dans une expérience où le volume d'azote absorbé a été trouvé de $1^{cc},4$, il s'est dégagé : $H^2 = 1^{cc},4$; $CO = 0^{cc},2$; $CO^2 = 1^{cc},4$.

» (3). *Matière humique.* — Obtenue par l'action de l'acide chlorhydrique concentré sur le sucre. L'azote fixé n'a pas dépassé quelques dix-millièmes.

» (4). *Même matière,* oxydée et devenue jaune sous l'influence de la lumière et de l'air, prolongée pendant plusieurs années : $0^{gr},6$ de matière, vingt-quatre heures. Azote absorbé : $1^{cc},0$. Le dosage direct effetcué sur le produit (par la chaux sodée) a fourni 2 millièmes : ce qui concorde.

» Il résulte de ces expériences que la fixation de l'azote sur les hydrates de carbone et leurs dérivés condensés ne dépasserait pas certaines valeurs. Je rappellerai ici mes anciens essais (*Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 385-395), où des fixations du même ordre de grandeur sur les hydrates de carbone ont été réalisées : soit sous l'influence de fortes tensions électriques; soit sous l'influence de l'électricité atmosphérique normale; soit enfin sous l'influence de faibles tensions électriques (quelques volts), prolongées pendant sept mois.

» En résumé, sous l'influence de l'effluve électrique :

» 1° Tous les aldéhydes étudiés ont fixé de l'azote, en formant des composés condensés, amides ou amines, de l'ordre des dérivés ammoniacaux des aldéhydes, et spécialement des glycosines, glyoxalines et polyamines peu hydrogénées.

» Cette fixation a lieu pareillement pour les aldéhydes primaires, pour les aldéhydes secondaires ou acétones, pour le quinon, aldéhyde dérivé des phénols, pour le camphre et pour le furfurol, aldéhydes d'un caractère spécial.

» Elle porte généralement sur une forte dose d'azote, à l'exception peut-être des aldéhydes cinnamique et salicylique, dont la réaction est plus lente et, en apparence du moins, plus faible.

» Les éthers aldéhydiques (méthylal diméthylique) fixent pareillement l'azote, sans doute par les résidus de leurs deux composants à la fois.

» Les polymères aldéhydiques, de fonctions diverses, fixent également l'azote : lentement et faiblement à la vérité, pour les polymères proprement dit, tels que le paraldéhyde et le trioxyméthylène; d'une façon plus rapide et plus efficace pour l'aldol; mais non pour la benzoïne, dont la constitution est pareille. Avec le glucose et ses dérivés cellulosiques, la fixation d'azote est également faible, en raison de la condensation de la molécule.

» 2° La fixation de l'azote sur les aldéhydes ne provoque que des pertes d'hydrogène bien moins marquées qu'avec les carbures et les alcools correspondants. Par exemple, avec les aldéhydes éthyliques : un demi-atome environ; avec l'aldéhyde propylique primaire et secondaire : moins d'un atome; fort peu avec les polymères (aldol, paraldéhyde, etc.). Les aldéhydes des séries benzénique et campholique ne dégagent pas d'hydro-

gène, ou des traces seulement. Avec les éthers aldéhydiques, la dose d'hydrogène dégagé s'accroît, sans doute en raison de l'existence des résidus alcooliques dans la molécule.

» Cette tendance à l'élimination de l'hydrogène dans les aldéhydes, moins prononcée que dans les carbures et les alcools, s'explique si l'on observe que ces principes dérivent déjà des alcools par perte d'hydrogène, et qu'ils se rapprochent par là des carbures acétyléniques, C^nH^{2n-2}, et des carbures benzéniques, lesquels n'éliminent pas d'hydrogène en proportion sensible, sous l'influence de l'effluve. La relation à cet égard est d'autant plus directe que la déshydratation des aldéhydes de la série grasse engendre précisément les carbures C^nH^{2n-2}; l'acétone produisant l'allylène, par exemple.

» Si j'insiste sur ces relations, c'est parce qu'elles caractérisent la fixation électrique de l'azote sur les diverses fonctions organiques.

» 3° Les relations qui existent entre les composés isomères, au point de vue de la fixation électrique de l'azote, ont été signalées à mesure. Les aldéhydes fournissent, à cet égard, des termes de comparaison intéressants, tant pour les composés de même fonction que pour les composés de fonction différente.

» Pour la même fonction, on peut citer les deux aldéhydes propyliques, primaire et secondaire. Ils fixent des doses d'azote voisines, un peu plus fortes cependant pour l'aldéhyde secondaire : mais cette différence peut tenir à quelque formation secondaire.

» Quant à l'influence de la polymérisation, elle ne peut être spécifiée au point de vue actuel, les limites n'ayant pas été atteintes. Cependant la tendance à fixer l'azote est certainement amoindrie.

» La comparaison entre les aldéhydes et les composés isomères de fonction différente peut être précisée davantage.

» *Aldéhydes isomères avec les alcools.* — Soient, par exemple, les aldéhydes propyliques et l'alcool allylique. La fixation de l'azote sur les aldéhydes est plus que double de celle qui a lieu sur l'alcool isomère : l'aptitude des aldéhydes à former une molécule saturée, par fixation d'hydrogène ou autrement, est ici manifeste.

» *Aldéhydes isomères avec les éthers des alcools diatomiques.* — Tel est le cas de l'aldéhyde éthylique et de l'éther glycolique. Ici, au contraire, il y a prépondérance pour l'éther. Une molécule de ce corps fixe 2 atomes d'azote, tandis que l'aldéhyde n'en fixe qu'un tiers d'atome. Cette aptitude

est liée à la tendance bien connue de l'éther glycolique à fixer presque immédiatement une molécule, soit d'eau, soit d'acide, etc.

» *Aldéhydes isomères avec des acides.* — On pourrait citer l'aldéhyde salicylique, isomère avec l'acide benzoïque, $C^7H^6O^2$. En fait, ce dernier paraît fixer l'azote plus vite. Mais l'expérience est incomplète, les limites n'ayant pas été atteintes.

» 4° Examinons maintenant les rapports spéciaux entre l'azote fixé et la formule des aldéhydes fixateurs.

» Une molécule d'aldéhyde éthylique fixe un peu moins d'un atome d'azote; tandis qu'une molécule d'aldéhyde propylique primaire et une molécule d'aldéhyde propylique secondaire en fixent trois fois autant.

» Cette moindre aptitude fixatrice d'azote, observée dans l'aldéhyde éthylique, comparée à son homologue supérieur, doit être rapprochée de l'inégalité analogue constatée entre le formène et les carbures éthyléniques ou propyliques, aussi bien qu'entre l'alcool méthylique et les alcools homologues supérieurs. Elle tendrait à établir que l'aldéhyde éthylique se comporte à cet égard comme un dérivé forménique · peut-être parce qu'il se dédouble d'abord, au moins en partie, en formène et oxyde de carbone, avant d'absorber l'azote, ainsi que je l'ai montré précédemment (ce Volume, p. 565).

» Avec le dérivé alcoolique du méthylal, la fixation de l'azote tend, au contraire, à avoir lieu à atomes égaux par rapport au carbone, c'est-à-dire à dose plus forte que pour la somme des composants isolés, et à la façon de l'éther glycolique.

» On voit par là combien les problèmes relatifs aux actions électriques de l'effluve se multiplient, à mesure que l'on aborde des composés susceptibles de transformations plus délicates et plus nombreuses.

» Une autre remarque très importante ressort de la comparaison des aldéhydes avec leurs polymères et dérivés condensés : c'est que, dans cet ordre de composés, la dose d'azote fixée sur une molécule diminue à mesure que cette molécule est plus condensée. C'est à cause de cette règle que les hydrates de carbone fixent sous un même poids des proportions d'azote si faibles et qui diminuent encore dans leurs dérivés humiques. Il en est de même, en général, des composés à molécule très élevée. Aussi pour opérer les fixations électriques d'azote, doit-on s'adresser de préférence aux corps qui dérivent des séries les plus simples. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve. Acides organiques et azote;* par M. **Berthelot.**

« Les réactions de l'effluve électrique sur les acides organiques méritent une attention particulière : d'abord en raison de la présence de l'oxygène en dose considérable, dans la constitution des acides, et de la tendance de cet élément à être éliminé sous forme d'acide carbonique, d'oxyde de carbone; et plus spécialement en raison de la fonction de ces principes, qui tend à déterminer, aux dépens de l'azote libre, la formation des composés dérivés de l'ammoniaque et sels amides.

» Il est facile de constater ces formations par le procédé suivant : après réaction, on traite le contenu des éprouvettes par une petite quantité d'eau froide, on filtre la liqueur et l'on verse le produit dans un vase à fond plat; on prend quelques grains de chaux sodée, constatée exempte de toute trace d'azote par des dosages rigoureux; on les projette dans la liqueur, en évitant toute élévation sensible de température. Cela fait, on place sur le vase une petite plaque de verre ou de bois, au centre de laquelle on a fixé et tenu suspendue une petite bande de papier de tournesol rouge, préalablement humectée. Pour peu que la liqueur contienne des sels ammoniacaux, la bande bleuit en quelques minutes. Si la liqueur est riche en ammoniaque, il est facile d'en sentir l'odeur. Avec certains composés amidés, il faut quelques heures; tandis que les amides plus stables et les alcalamides ne développent ni odeur ni réaction sur le tournesol. Mais, en évaporant une portion de la liqueur initiale à sec, avec précaution, puis en calcinant le résidu tantôt seul, tantôt avec addition de chaux sodée, on développe par décomposition des alcalis pyrogénés et de l'ammoniaque. La même calcination doit être essayée sur les matières insolubles dans l'eau, susceptibles de demeurer à la surface des tubes et éprouvettes soumis à l'action de l'effluve, et les produits pyrogénés doivent être soumis à divers essais, appropriés à la nature des alcalis pyrogénés que l'on se propose de rechercher. Ces essais sont délicats, en raison de la petite quantité de matière sur laquelle on opère.

» Voici quels sont les acides sur lesquels j'ai expérimenté :

» 1° *Acides volatils,* tels que les acides formique, acétique, propionique, pesés dans de petites ampoules et mis en présence de l'azote. Ce sont les seuls systèmes dont les réactions sur l'azote aient pu être poussées jusqu'à leur limite.

» 2° J'ai également examiné la limite de réaction de l'azote sur quelques éthers volatils, dérivés des acides précédents : éthers méthylformique, éthylformique, méthylacétique.

» Les résultats ainsi obtenus ne portant que sur un nombre trop limité

d'acides, j'ai dû examiner la fixation de l'azote sur les principales classes d'acides organiques, à la vérité d'une façon essentiellement qualitative, l'état physique de ces acides, pour la plupart cristallisés, ne permettant pas d'atteindre les limites.

A. — ACIDES MONOBASIQUES.

I. — Acide acétique : $C^2H^4O^2$.

» (I). $C^2H^4O^2$ pur $= 0^{gr},0466$; $Az^2 = 20^{cc},15$. — Vingt-quatre heures.

Gaz final (mêmes h et t, d'où le poids est facile à déduire). $\left\{ CO^2 = 2^{cc},9;\quad CO = 1,2;\quad H = 1,0;\quad Az^2 \text{ absorbé} = 12^{cc},35. \right.$

» Le produit condensé, traité par l'eau, fournit une dissolution effervescente à froid et contenant une dose notable d'azotite d'ammoniaque.

» Rapport des éléments condensés :

$$C^2H^4O^2 + Az^{1,5} - \frac{H}{12} - \frac{CO^2}{12} - \frac{CO}{20}.$$

» (2). $C^2H^4O^2 = 0^{gr},0549$; $Az = 14^{cc},1$.

Gaz final........ $CO^2 = 2^{cc},3$; $CO = 1,2$; $H^2 = 0,2$.

» Rapport des éléments condensés :

$$C^2H^4O^2 + Az^{1,3} - \frac{H}{30} - \frac{CO^2}{12} - \frac{CO}{24}.$$

» La moyenne de ces deux déterminations répondrait sensiblement à

$$n[C^2O(AzH^2)]^2 + 2n(\tfrac{1}{6}AzO^2.AzH^4 + \tfrac{2}{3}H^2O).$$

» Le rapport atomique entre le carbone et l'azote (en mettant à part l'azotite d'ammoniaque) est sensiblement le même que pour l'alcool éthylique, générateur de l'acide acétique. Ce rapport répondrait à un dérivé amidé ou aminé, formé par substitution dans une molécule $(C^2HO)^2$. C'est-à-dire que le dérivé serait engendré par déshydratation au moyen de l'ammoniaque et d'un générateur oxygéné $(C^4H^2O^4)^n$, congénère du glyoxal. Il se rattacherait en outre à l'hydrate du sous-oxyde de carbone C^4O^3, formé sous l'influence de l'effluve au moyen de l'oxyde de carbone. Tous ces composés, de même origine, se trouvent ainsi mis en relation.

II. Acide propionique : $C^3H^6O^2$.

$C^3H^6O^2$ pur $= 0^{gr},0545$. Az $= 19^{cc},8$.

Gaz final........... $CO^2 = 0,4$; $CO = 0,3$; $H^2 = 2,0$.

Réduit aux mêmes *h* et *t*.

Az^2 absorbé.................. $14^{cc},6$

calculé en poids d'après *h* et *t*.

» Rapport des éléments :

$$C^3H^6O^2 + Az^{1,7} - \frac{H}{5}.$$

» Le produit est sensiblement neutre. Traité par l'eau, il fournit une liqueur effervescente, renfermant de l'azotite d'ammoniaque. Il répondrait à la formule

$$n[C^3H^2O(AzH^2)]^2 + 2n(\tfrac{1}{3}AzO^2.AzH^4 + \tfrac{1}{3}H^2O),$$

c'est-à-dire à un composé amidé, homologue du dérivé acétique.

» Le rapport atomique du carbone et de l'azote (indépendamment de l'azotite d'ammoniaque) est le même que pour les dérivés des deux alcools propyliques. Il répondrait à un dérivé amidé par substitution d'une molécule $(C^3H^3O)^2$, homologue de $(C^2HO)^2$, qui engendre le dérivé acétique. Ce corps lui-même serait engendré par déshydratation au moyen de l'ammoniaque et d'un générateur oxygéné $(C^6H^6O^4)$, homologue du précédent $(C^4H^2O^4)$. Toutes ces relations sont régulières.

III. Acide formique : CH^2O^2.

» (I). CH^2O^2 pur $= 0^{gr},0451$; Az $= 18^{cc},5$. — Vingt-quatre heures.

Gaz final (mêmes *h* et *t*).... $CO^2 = 9^{cc},4$; $CO = 3^{cc},2$; $H^2 = 1^{cc},1$
Az^2 absorbé................ $1^{cc},75$

» Rapports des éléments condensés :

$$C^{0,46}H^{1,90}O^{1,04}Az^{0,16}.$$

» Soit $CH^{4,1}O^{2,35}Az^{0,35}$ ou $CO^{0,3}Az^{0,35} + 2,05H^2O$, c'est-à-dire

$$C^6H^4O^4(AzH^2)^2 + 2H^2O.$$

» Ce produit est bien plus pauvre en azote que les dérivés acétique et propionique, sans doute à cause du peu de stabilité de la molécule formique. En outre, il est remarquable que les réactions ne soient pas ici les mêmes que celles du système équivalent : $CO^2 + H^2 + Az^2$. Ceci indique que la réaction électrique a porté, tout d'abord, sur la molécule formique elle-même. C'est ce que confirme l'expérience suivante, arrêtée après quelque temps :

» (2). $CH^2O^2 = 0^{gr},65$; $Az = 11^{cc},5$.

Gaz dégagés..............	$CO^2 = 4^{cc},9$; $CO = 10^{cc},3$; $H^2 = 5^{cc},1$
Az absorbé...............	nul

» Ainsi, l'absorption de l'azote s'accomplit plus lentement que la décomposition propre de l'acide formique. Aux débuts, deux réactions simples se développent simultanément, je veux dire : 1° la décomposition propre de l'acide formique en oxyde de carbone et eau

$$CH^2O^2 = CO + H^2O ;$$

décomposition prédominante à ce moment, et qui est également le premier terme de la décomposition pyrogénée de l'acide formique, opérée à la température la plus basse possible, d'après mes anciennes expériences ;

» 2° La décomposition de l'acide formique en acide carbonique et hydrogène

$$CH^2O^2 = CO^2 + H^2,$$

décomposition que la chaleur produit à une température plus haute ([1]).

» Puis, l'action de l'effluve se poursuivant, l'hydrogène demeure fixé sur les corps condensés consécutivement engendrés ; de préférence à l'oxygène, dont la moitié environ se trouve dégagée à la fin, sous forme gazeuse, unie à la moitié du carbone de l'acide formique initial ; tandis que presque tout l'hydrogène reste dans le produit fixe ; en grande partie, sans doute, à l'état d'eau. En raison de cette fixation, l'hydrogène des produits condensés a perdu la faculté d'exercer des actions ultérieures sur les gaz : ce qui explique pourquoi les produits finaux ne sont pas ici les mêmes que dans le cas où l'on fait agir l'effluve sur un mélange équivalent d'acide carbonique et d'hydrogène. Ces différences tiennent à la vitesse inégale des réactions et à l'hétérogénéité des systèmes.

([1]) Cf. *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 58.

» Sans entrer plus avant dans cette discussion, nous nous bornerons à observer que, dans la série des acides $C^nH^{2n}O^2$, comme dans beaucoup d'autres, le premier terme se comporte d'une façon différente du suivant.

» Voici maintenant des expériences faites sur les éthers des acides précédents.

» IV. *Éther méthylformique :* $C^2H^4O^2$ ou $CH^3.CHO^2$. — Éther méthylformique gazeux et 2 volumes d'azote; vingt-quatre heures :

Gaz initial.............	$C^2H^4O^2 = 100$	Gaz final......	$H^2 = 1,5$
	$Az^2 = 196$	(Azote déduit).	$CO^2 = 18,5$
			$CO = 10,8$
			Az^2 absorbé $= 152$

» Les deux tiers du carbone de l'acide formique combiné sont ici dégagés sous forme d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, le surplus ayant été réduit par l'hydrogène : phénomène analogue à ceux que présente l'acide formique libre. Cela tend à ramener la dernière réaction à celle de l'hydrogène sur les oxydes de carbone.

» L'absorption de l'azote se décompose ainsi en plusieurs actions distinctes : l'une relative à la combinaison de cet élément avec le résidu méthylique, l'autre à sa combinaison partielle avec les résidus formiques. Le résultat total répond, on le voit, à l'absorption de 3 atomes d'azote par une molécule d'éther, dans les conditions de l'expérience.

» En tout cas, ces résultats diffèrent extrêmement de ceux observés avec l'acide acétique isomère.

» V. *Éther méthylacétique:* $C^3H^6O^2$ ou $CH^3.C^2H^3O^2$. — 1 volume d'éther gazeux + 4,5 volumes d'azote : vingt-quatre heures. 100 volumes d'éther gazeux ont fourni :

H^2....	48,8
CO..........................	16,3
CO^2.........................	9,3
Az^2 absorbé.	72,1

» Rapports des éléments condensés :

$$C^{2,75}H^5O^{1,83}Az^{1,44} \quad \text{ou} \quad C^3H^{5,4}O^2Az^{1,56}.$$

» Pour 1 atome d'hydrogène éliminé, il y a $\frac{1}{4}$ d'atome de carbone et $\frac{1}{5}$ d'atome d'oxygène séparés : relations voisines de $\frac{1}{4}$ CH^4O détruit pour son propre compte.

» La fixation d'azote se retrouve ici, avec la proportion considérable

observée pour l'acide acétique et pour l'alcool méthylique. Mais il paraît superflu de discuter de plus près cette réaction, où doivent concourir deux ordres de dérivés, répondant : les uns à l'alcool, qui absorbe seul $\frac{1}{2}$ atome d'azote ; les autres à l'acide générateur, qui absorbe 1 atome d'azote pour son propre compte.

» Il est remarquable que les rapports des éléments condensés soient presque les mêmes que pour l'acide propionique ($C^3H^{5,8}O^2Az^{1,7}$), isomère avec l'éther méthylacétique. Toutefois c'est là une coïncidence accidentelle ; car l'acide propionique ne perd que des traces de gaz par l'action de l'effluve, tandis que l'éther isomère dégage des volumes considérables d'hydrogène, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone : il y a identité approchée entre la composition des gaz dégagés et celle du résidu.

» La dose d'azote absorbé est également considérable, mais tout autrement distribuée ; attendu qu'elle se porte sur les résidus méthylique et acétique, dans le cas de l'éther méthylacétique ; tandis que, dans le cas de l'acide propionique, elle s'unit à la fois aux éléments de cet acide et à ceux de l'eau qui en dérive.

» Arrivons aux acides peu ou point volatils, presque tous solides, sur lesquels j'ai étudié l'absorption de l'azote. J'exposerai brièvement les résultats obtenus.

B. — ACIDES MONOBASIQUES A FONCTION SIMPLE.

» I. *Acide crotonique :* $C^4H^6O^2$ cristallisé. Quelques décigrammes (vingt-quatre heures). $Az = 15^{cc},2$. — Tout l'azote a été absorbé. Il s'est dégagé seulement $H^2 = 0^{cc},4$; $CO = 0^{cc},1$.

» Réaction analogue qualitativement à celle des acides acétique et propionique.

» II. *Acide benzoique :* $C^7H^6O^2$ cristallisé. Quelques décigrammes (vingt-quatre heures). $Az = 13^{cc},7$. — $4^{cc},6$ Az, soit $0^{gr},06$ environ, ont été absorbés. Aucun gaz dégagé.

C. — ACIDES BIBASIQUES A FONCTION SIMPLE.

» III. *Acide succinique :* $C^4H^6O^4$ cristallisé. Quelques décigrammes (vingt-quatre heures). — $10^{cc},6$ azote absorbé ; soit $0^{gr},013$ environ.

» Gaz dégagé : $H^2 = 8^{cc},8$; ni CO^2, ni CO.

» Cet acide offre quelque tendance à perdre de l'hydrogène.

» IV. *Acide maléique :* $C^4H^4O^4$ cristallisé, dur et compact. $Az = 12^{cc},9$ (vingt-quatre heures). — Az absorbé $= 3^{cc},9$. Gaz dégagés : $H^2 = 0,5$; $CO^2 = 1,0$; $CO = 7,3$.

» V. *Acide fumarique :* $C^4H^4O^4$ (vingt-quatre heures). — Absorption d'azote *nulle*. $H^2 = 0,7$; ni CO^2, ni CO.

» Les deux acides isomères $C^4H^4O^4$ offrent, à l'égard de l'effluve, une différence marquée, l'acide fumarique étant à peu près inaltérable dans les conditions de ces essais.

» L'inactivité de l'acide fumarique semble liée à sa constitution physique, c'est-à-dire à sa cohésion toute spéciale, qui paraît résulter d'une véritable condensation polymérique. A ce titre, il ne doit guère absorber d'azote. On sait qu'il est le type de toute une série d'acides dits *fumaroïdes*. Au contraire, l'acide maléique absorbe l'azote, lentement à la vérité; mais il fournit une dose notable d'oxyde de carbone; ceci le rapproche de l'acide formique. Ni l'un ni l'autre ne dégagent d'hydrogène notable.

» VI. *Acide phtalique* (ortho) : $C^8H^6O^4$. — Gaz dégagés : $H^2 = 0^{cc},3$; $CO = 0^{cc},3$; $CO^2 = 0^{cc},2$.

» Pas d'azote absorbé ; dégagement de gaz presque insensible.

» VII. *Acide camphorique* : $C^{10}H^{16}O^4$. — $Az^2 = 18^{cc},35$ (vingt-quatre heures). — Pas de gaz dégagé. Azote absorbé $= 6^{cc},85$.

» Ceci accuse la différence de constitution avec l'acide de la série benzénique qui précède.

D. — ACIDES ALCOOLS.

» VIII. *Acide glycollique cristallisé :* $C^2H^4O^3$. Quelques décigrammes. $Az^2 = 16^{cc},75$ (vingt-quatre heures). — Gaz dégagés : $H^2 = 0^{cc},7$; $CO^2 = 6^{cc},8$; $CO = 3^{cc},3$. Azote absorbé $= 5^{cc},25$.

» La fraction décomposée répond à $2CO^2 + CO + \frac{H^2}{5}$; d'où il résulte que le composé produit est plus riche en hydrogène que l'acide glycollique, ce dernier n'ayant pour ainsi dire pas perdu cet élément. Pour CO^2 dégagé, il s'est fixé $\frac{3}{4}$ Az^2.

» IX. *Acide lactique* liquide : $C^3H^6O^3$. — $Az^2 = 20^{cc}O$.

Gaz dégagés........	$H^2 = 2,3$; $CO = 1,2$; $CO^2 = 2,1$.
Az^2 fixé............	$8^{cc},6$; soit $0^{gr},011$ environ.

» L'acide lactique n'a perdu que de petites quantités d'hydrogène, comme l'acide glycollique. L'azote fixé est notable; d'autant que la limite n'était pas atteinte.

» X. *Acide malique* (bibasique; alcool) : $C^4H^6O^5$ (un peu humide). $Az = 16^{cc},6$.

Gaz dégagés........	$H^2 = 1,5$; $CO = 0,4$,
Az^3 fixé............	$7^{cc},5$ ou $0^{gr},009$ environ.

» La fixation d'azote a été comparable à celle de l'acide succinique. Les gaz dégagés, insignifiants.

» XI. *Acide tartrique* (bibasique; dialcool) : $C^4H^6O^6$; pulvérisé. $Az^2 = 18^{cc},7$.

Gaz dégagés........	$H^2 = 6,5$; $CO = 0,4$; $CO^2 = 1,6$.
Az^2 absorbé........	$5^{cc},4$.

» Observations analogues, sauf un peu plus d'hydrogène dégagé.

» XII. *Acides oxybenzoïques* : $C^7H^6O^3$.

	Ortho (salicylique).	Para.	Méta.
Gaz dégagé......	nul	$H^2 = 2^{cc},5$; $CO = 0,3$; $CO^2 = 2^{cc},2$	$H^2 = 0,2$. Pas de CO
Az^2 absorbé.....	$2^{cc},9$	$H^2 = 2^{cc},5$	$H^2 = 0^{cc},5$

» Les gaz dégagés sont insignifiants; l'azote absorbé faible, surtout avec l'acide méta.

E. — ACIDES A FONCTION COMPLEXE.

» XIII. *Acide pyruvique* : $C^3H^4O^3$ sirupeux. — $Az = 12^{cc},2$.

Gaz dégagés.................	$H^2 = 2^{cc},0$; $CO^2 = 1^{cc},9$; $CO = 10^{cc},8$
Az^2 absorbé.................	$7^{cc},9$; soit $0^{gr},010$ environ

» Cette absorption est notable.

» On doit remarquer le dégagement notable d'oxyde de carbone, lequel rapproche l'acide pyruvique : d'une part, de l'acide formique; d'autre part, de l'acide maléique et de l'acétone.

» XIV. *Acide lévulique* : $C^5H^8O^3$ cristallisé. — $Az^2 = 20^{cc},1$.

Gaz dégagés.................	$H = 0^{cc},4$; $CO = 1^{cc},7$; $CO^2 = 1^{cc},35$
Az^2 absorbé.................	$16^{cc},5$

» Cet acide absorbe assez énergiquement l'azote, à la façon de l'acide propionique. Les gaz dégagés, insignifiants.

» XV. *Acide déhydracétique* : $C^8H^8O^4$ cristallisé. — $Az^2 = 19^{cc},8$.

Gaz dégagés...........................	$CO = 0^{cc},2$; ni CO^2 ni H^2
Az^2 absorbé...........................	$5^{cc},6$

» XVI. *Acide (ou éther) éthylacétoacétique* : $C^6H^{10}O^3 = C^4H^5(C^4H^5O^3)$, liquide. — Az = $14^{cc},9$; vingt-quatre heures.

» Il se dégage au début des gaz, qui se résorbent ensuite.

Gaz dégagé à la fin	$H^2 = 2^{cc},3$
Az^2 absorbé..............................	$9^{cc},6$

» L'absorption de l'azote est notable.

» J'ajouterai ici les résultats de quelques essais exécutés sur un mélange d'éthers à formule élevée, dérivés de la glycérine et des acides gras (je veux dire sur l'huile d'olive), que j'ai soumis à l'action de l'effluve, en présence de l'azote; expérience intéressante en raison de l'existence des corps gras chez les êtres vivants.

» *Huile d'olive.* — $1^{gr},0$ environ et azote; vingt-quatre heures. Gaz dégagés :

CO^2..............................	$0^{cc},1$
H^2..............................	$1^{cc},1$
Az fixé..............................	$0^{cc},4$; soit $0^{gr},0005$

» D'après dosage direct sur l'huile recueillie au moyen de l'éther : $0^{gr},0006$. Sur le tube intérieur de l'éprouvette à effluves, il s'est formé une matière blanche, gélatineuse, insoluble dans l'éther et dans l'alcool. Son poids s'élevait à $0^{gr},025$ environ. Elle contenait une proportion d'azote sensible; mais le poids de la matière condensée était trop faible pour permettre un dosage. La formation de ce produit singulier de polymérisation électrique mérite d'être notée.

» On remarquera que la molécule de trioléine (mêlée de tripalmitine, etc.), contenue dans l'huile d'olive, ne fixe l'azote qu'en dose extrêmement faible. Ceci s'accorde avec les observations précédentes, d'après lesquelles le poids de l'azote fixé, en centièmes, diminue, se trouvant en raison inverse de la grandeur de la molécule du corps sur lequel l'azote est condensé.

» En résumé :

» 1° Les acides organiques en général fixent de l'azote, de même que les alcools, les aldéhydes et les carbures d'hydrogène.

» 2° Dans le cas des acides, cette fixation s'effectue avec des pertes d'hydrogène nulles, ou relativement très petites; la présence de l'oxygène tendant à maintenir ces éléments fixés soit dans la molécule, soit à l'état d'eau. Cette tendance était déjà plus manifeste dans les aldéhydes que dans les alcools. Elle devient caractéristique pour les acides.

» Au point de vue de la séparation de l'hydrogène libre, les acides orga-

niques pourraient donc être envisagés, pour la plupart, comme représentés par l'addition des éléments de l'eau, tant avec des carbures pauvres en hydrogène qu'avec le carbone lui-même

$$C^nH^{2n}O^2 = C^nH^{2n-4} + 2H^2O.$$

» Cette représentation n'exprime en aucune façon une constitution proprement dite, mais simplement des limites d'équilibre, entre les systèmes d'éléments soumis aux réactions de l'effluve.

» 3° Une molécule d'acide a fixé un atome et demi environ d'azote, dans le cas des acides acétique et propionique; la limite relative aux acides à molécules plus élevées n'ayant pas été déterminée.

» Mais cette fixation s'est trouvée partagée en deux réactions distinctes, un seul atome d'azote paraissant fixé réellement sur le composé carboné, tandis que le surplus est uni à l'eau formée simultanément, pour constituer de l'azotite d'ammoniaque.

» L'acide formique, premier terme de la série des acides organiques, se comporte différemment; attendu que ce composé peu stable éprouve d'abord, sous l'influence de l'effluve, une décomposition propre, la fixation de l'azote ayant lieu plus lentement et comme par une action secondaire.

» Les divers acides monobasiques et bibasiques, à fonction simple et à fonction complexe, fixent également l'azote; mais avec des vitesses inégales, dépendantes à la fois de leur constitution et de leur état physique. L'acide fumarique seul n'a donné lieu à aucune absorption sensible, dans l'espace de temps consacré à l'expérience.

» 4° En général l'oxygène demeure en totalité, ou sensiblement, fixé dans les composés solides ou liquides (parfois à l'état d'eau); c'est-à-dire qu'il ne se produit que des quantités nulles, ou presque nulles, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Cependant les acides formique, maléique, et pyruvique font exception, en dégageant des doses notables d'oxyde de carbone; de même l'acide glycollique dégage de l'acide carbonique. Ces produits répondent à des constitutions spéciales, faciles d'ailleurs à définir pour le cas de l'acide formique.

» 5° Les éthers formiques contrastent avec l'acide formique, par l'absorption d'une dose plus considérable d'azote; ils dégagent également de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. Ces résultats s'expliquent par l'existence de deux ordres de réactions simultanées, portant sur les deux générateurs de ces éthers.

» De même l'éther méthylacétique, dont il convient de rapprocher les

réactions des transformations propres de l'alcool et de l'acide générateur.

» 6° Soit maintenant la comparaison des corps isomères. On remarquera la grande différence entre les acides maléique et fumarique, $C^4H^4O^4$, comme stabilité et comme aptitude à fixer l'azote. Je ne sais si les formules actuellement en honneur rendent bien compte de ces différences.

» Les trois acides oxybenzoïques se comportent aussi d'une façon sensiblement différente.

» L'aldéhyde salicylique et l'acide benzoïque se comportent également autrement.

» Il est plus facile de rendre compte des différences qui existent entre les réactions des isomères de fonctions différentes, tels que l'éther méthylformique comparé à l'acide acétique, et les éthers éthylformique et méthylacétique comparés à l'acide propionique. En effet, ces différences résultent, ainsi qu'il a été dit, de l'existence de deux groupes de réactions, exercées presque indépendamment sur les deux générateurs des éthers composés.

» Dans la suite des expériences présentées jusqu'ici, j'ai passé en revue les principaux groupes de composés oxygénés et leur aptitude à se combiner avec l'azote sous l'influence de l'effluve électrique. Je vais maintenant examiner les réactions de ce même azote sur les composés azotés eux-mêmes, réactions qui établissent la qualité de polyamines et polyamides des dérivés électriques et par là achèvent de caractériser ce mode nouveau de combinaison et de synthèse. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations relatives à l'action chimique de l'effluve sur les diélectriques liquides;* par M. **Berthelot**.

« En poursuivant mes recherches relatives à l'action de l'effluve électrique sur les systèmes mixtes, formés de gaz et de liquides, j'ai été conduit à faire quelques essais sur l'action du même agent, intervenant en présence de systèmes complètement liquides. Je me suis occupé des composés organiques, lesquels à l'état pur sont de mauvais conducteurs de l'électricité, et interviennent dès lors comme diélectriques, dont la résistance est comparable à celle du verre lui-même. J'ai eu soin d'ailleurs d'opérer avec des tensions insuffisantes pour produire au sein du liquide même des étincelles; l'action de celles-ci donnant lieu aux complications attribuables à un développement de hautes températures. J'ai employé le système ordi-

naire de mes tubes concentriques, l'électricité étant amenée à l'aide de conducteurs liquides (acide sulfurique étendu) sur les parois de verre opposées, qui limitent, de part et d'autre, l'*espace annulaire* où je me proposais de produire un phénomène chimique. J'avais soin de disposer les conducteurs, de façon que la décharge ne pût traverser le mercure situé à la partie inférieure des appareils. Dans ces conditions, la dose d'électricité qui traverse réellement le liquide influencé est très faible. Pour produire des effets plus prononcés, il faudrait sans doute s'arranger pour obtenir un débit plus considérable à travers le diélectrique, sans trop accroître la tension; j'y reviendrai. Mais il me paraît utile de signaler dès à présent mes premiers essais, à cause des conséquences qui en résultent pour l'interprétation des réactions chimiques produites sous l'influence de l'effluve; ces réactions se développant surtout dans le cours des mouvements rapides et étendus, provoqués dans les systèmes gazeux, par l'effet des décharges qui ont lieu entre les molécules de semblables systèmes.

» Je me bornerai à citer les résultats observés avec l'alcool absolu, l'essence de térébenthine et l'huile d'olive. Ces liquides remplissaient la totalité de l'espace annulaire, sans la moindre bulle de gaz, du moins à l'origine. La clôture inférieure était constituée par le mercure de la cuve.

» 1. *Térébenthine.* — J'ai opéré avec l'essence, desséchée avec soin par son contact avec la potasse, et rectifiée à température fixe quelques instants avant l'expérience; afin de prévenir tout commencement d'altération sous l'influence de l'air. L'action de l'effluve a été mise en œuvre dans les conditions ordinaires de mes autres essais et prolongée vingt-quatre heures. Les tubes sont lumineux dans l'obscurité. Il ne s'est développé aucun gaz, l'élévation de température du liquide étant faible dans ces conditions. A la fin le liquide n'était pas coloré. Il a été extrait de l'appareil et rectifié aussitôt, dans une cornue de petites dimensions, en évitant autant que possible l'action de l'air. L'essence était en majeure partie inaltérée. Cependant, j'ai isolé 3 centièmes de ditérébenthène, c'est-à-dire d'un polymère.

» Comme contrôle, j'ai cru utile de rectifier la même quantité du même échantillon de térébenthène (déjà purifié comme plus haut), dans le même appareil et dans des conditions de poids, de temps, de chauffage aussi semblables que possible. Malgré ces précautions, il s'est formé un centième environ de ditérébenthène, par l'action de la chaleur seule. Cette proportion étant beaucoup plus faible que celle observée sur le produit qui avait subi l'action de l'effluve, il est permis d'en conclure que la

polymérisation du carbure, si nette en présence de l'azote ou de l'hydrogène gazeux, se produit même sur le carbure liquide et pur, sous l'influence prolongée de l'effluve.

» 2. *Huile d'olive.* — Cette huile, soumise à l'action prolongée de l'effluve électrique dans les mêmes conditions, éprouve également une altération, faible à la vérité, et qui se manifeste par la formation d'une couche de matière noirâtre, sur la paroi du tube de verre intérieur. Cette matière est insoluble dans l'éther, dans l'huile et dans tous les dissolvants; elle résulte évidemment d'une condensation polymérique. Une matière analogue, blanche et gélatineuse, se développe lorsque l'on fait réagir l'huile d'olive et l'azote dans les tubes à effluve, ainsi que je l'ai dit ailleurs.

» 3. *Alcool absolu.* — L'alcool, soumis aux mêmes épreuves, ne donne lieu à aucun phénomène spécial pendant les premières heures. Cependant, à la longue, il s'y développe des gaz. En opérant sur 10^{cc} d'alcool liquide, j'ai obtenu, après vingt-quatre heures d'effluve, 34^{cc} de gaz. D'après analyse et après élimination de la vapeur d'alcool, ce gaz a été trouvé formé de la façon suivante :

Hydrogène.	$H^2 = 30^{cc},1$
Éthane.	$C^2H^6 = 3^{cc},9$

» Le liquide a été l'objet d'un examen spécial. Il réduisait l'azotate d'argent ammoniacal (aldéhyde et corps congénères). On l'a distillé; les premières gouttes contiennent en effet de l'aldéhyde. Le thermomètre est resté stationnaire presque tout le temps, au point d'ébullition de l'alcool; mais à la fin, il est resté une goutte huileuse, jaunâtre, constituée en grande partie par l'huile de vin. C'était sans doute, comme d'ordinaire, un carbure moins hydrogéné qu'il ne conviendrait à la formule C^nH^{2n}.

» La proportion en était trop faible pour permettre une étude spéciale. Ce carbure était précipité par l'eau dans le résidu de la distillation, et la portion aqueuse soluble dans l'eau exerçait quelque action réductrice, faible d'ailleurs, sur l'azotate d'argent ammoniacal : il s'agit probablement d'un dérivé polymère de l'aldéhyde, que l'on observait simultanément. L'aldéhyde et l'huile de vin sont en effet des composés moins riches en hydrogène que l'alcool primitif, et complémentaires du dégagement d'hydrogène libre et d'éthane, signalé plus haut.

» D'après le volume des gaz recueillis, un centième environ de l'alcool mis en expérience avait été décomposé.

» Ces résultats montrent que l'effluve agit sur les liquides organiques, comme sur les gaz, en produisant des polymérisations et des séparations d'hydrogène. Mais l'action est bien plus lente et plus pénible, en raison du défaut de conductibilité générale et de mobilité particulière des liquides mis en présence. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfate de chaux sur quelques sels haloïdes alcalins.* Note de M. A. **Ditte**.

« D'après les anciennes lois de Berthollet, l'addition d'un sulfate alcalin à une dissolution de chlorure de calcium doit donner lieu à la formation d'un précipité de sulfate de chaux peu soluble et d'un chlorure alcalin; c'est en effet ce qui se produit dans des liqueurs concentrées; mais si l'on envisage les quantités de chaleur mises en jeu dans la réaction, effectuée avec des liqueurs très étendues, on s'aperçoit que celle-ci est faiblement endothermique $[-0^{Cal},9]$ et, quand il en est ainsi, c'est le sulfate de chaux qui doit décomposer le chlorure de potassium.

» Pour reconnaître qu'il en est bien ainsi, examinons tout d'abord l'action que le sulfate de potasse et le chlorure de calcium exercent l'un sur l'autre en présence d'une certaine quantité de chlorure de potassium. Si la proportion de chlorure calcique reste au-dessous d'une certaine limite, on n'observe rien, même au bout de plusieurs jours, mais au delà de cette limite, on voit se déposer des aiguilles minces, fines, brillantes, dont le nombre augmente à mesure qu'on ajoute davantage de chlorure de calcium. Elles sont constituées par un sel double $SO^3CaO, SO^3K^2O, 4H^2O$ que j'ai décrit autrefois (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 86) comme se produisant quand on met du sulfate de chaux en contact avec une solution de sulfate de potasse mélangée d'acide sulfurique. On comprend que la chaleur de formation de ce sel joue un rôle considérable dans une réaction presque thermiquement indifférente, dont le signe thermique peut se trouver changé par l'intervention d'une quantité même très faible de chaleur. Le sulfate double donne très facilement des solutions sursaturées de sorte qu'on doit agiter fréquemment les liqueurs et attendre parfois plusieurs jours avant que le dépôt d'aiguilles soit complet et que la liqueur ait atteint sa composition définitive.

» Si, tenant compte de cette particularité, l'on détermine la compo-

sition de la liqueur, une fois l'équilibre atteint, avant chaque addition nouvelle de chlorure de calcium, on constate que plus il y a de chaux dissoute, moins il reste d'acide sulfurique, et inversement. Voici, comme exemple, les résultats obtenus à 24° avec une solution renfermant 120^{gr} de chlorure de potassium par litre d'eau :

Acide sulfurique total.	Chaux.	Chlorure de potassium initial.
gr 24,6	gr 0,3	120
6,4	1,8	»
5,5	2,3	»
4,4	2,7	»
3,6	3,6	»
2,9	5,1	»
2,5	7,3	»
0,0	105,3	»

» Ainsi, quand on met du sulfate de potasse et du chlorure de calcium dans une dissolution de chlorure de potassium, il se forme du chlorure de potassium et du sulfate de chaux; le sulfate double $SO^4Ca, SO^4K^2, 4H^2O$ se produit et, entre lui et les autres sels, il s'établit à 24° un équilibre défini par les nombres précédents quand on part d'une solution à 120^{gr} par litre de chlorure de potassium. Les proportions d'acide sulfurique et de chaux, qui se trouvent dans une liqueur en équilibre, varient en sens inverse l'une de l'autre, si bien qu'une solution très riche en chlorure calcique ne renferme plus d'acide sulfurique, tandis qu'une liqueur très chargée de sulfate de potasse ne contient plus que très peu de chaux.

» Ceci établi, mettons du gypse en excès avec des solutions de chlorure de potassium de plus en plus concentrées; l'analyse des liqueurs en équilibre permet de constater que les proportions d'acide sulfurique et de chaux que l'on y trouve augmentent avec la teneur en chlorure alcalin et, comme elles correspondent à la composition du sulfate de chaux, on pourrait penser que ce sel se dissout simplement dans le chlorure de potassium, et d'autant mieux que celui-ci est plus concentré; mais bientôt les choses se modifient, la chaux continuant d'augmenter, la quantité d'acide sulfurique passe par un maximum à partir duquel elle diminue; les nombres suivants se rapportent à 1^{lit} de liqueur à 21° :

Chlorure de potassium.	Acide sulfurique.	Chaux totale trouvée.	Chaux correspondant à du sulfate de chaux.
gr 0	1,5	1,0	1,0
4	1,7	1,2	1,2
12	2,2	1,5	1,5
20	2,6	1,8	1,8
24	2,7	1,9	1,9
40	3,4	2,5	2,4
60	3,8	2,7	2,6
80	4,2	3,0	2,9
120	4,4	3,5	3,0
160	3,4	5,5	2,4
200	2,1	10,5	1,4
360	1,0	10,6	0,7

» Si l'on porte le chlorure de potassium en abscisses, en prenant comme ordonnées soit l'acide sulfurique, soit la chaux, on obtient des courbes très régulières; celle de la chaux tourne d'abord sa concavité vers l'axe horizontal, puis elle s'infléchit et tourne sa convexité vers le même axe en même temps que ses ordonnées croissent plus rapidement. Celle de l'acide sulfurique passe par un maximum, quand celle de la chaux s'infléchit; les points d'inflexion et de maximum, qui se correspondent, marquent la limite à laquelle les proportions d'acide sulfurique et de chaux que contient la liqueur ne sont plus celles qui constituent le sulfate de chaux; celui-ci a donc certainement fait autre chose que se dissoudre; il a décomposé du chlorure de potassium, et un équilibre particulier s'est établi entre les deux sulfates et les deux chlorures qui se trouvent en présence.

» Du reste on n'observe rien de particulier quand on agite du gypse en poudre avec des solutions relativement étendues de chlorure de potassium, tandis que dans celles qui, après réaction, contiennent plus de chaux que la quantité correspondant au sulfate, on voit, au bout de quelques heures, le dépôt de gypse rassemblé au fond du vase s'agglomérer et se consolider; puis bientôt sur lui et sur les parois apparaissent des aiguilles fines, brillantes, très légères, qui occupent une partie de la liqueur et sont constituées précisément par le sulfate double $SO^4Ca, SO^4K^2, 4H^2O$, qui est peu soluble dans les solutions, surtout concentrées, de chlorure de potassium. Nous avons dit quelle importance a, dans la réaction, la chaleur de formation de ce sel double.

» Ainsi donc, en général, le sulfate de potasse ne précipite pas totalement le chlorure de calcium, et le sulfate de chaux peut décomposer le chlorure de potassium en faisant du chlorure calcique et du sulfate alcalin. Lors donc qu'on introduit du sulfate de chaux dans une solution de chlorure de potassium, celui-ci est décomposé en partie et un équilibre s'établit, dans lequel la concentration du chlorure alcalin et la formation du sulfate double de potasse et de chaux qui, entre certaines limites, peut se dissoudre, jouent un rôle considérable. Si le sulfate de chaux est en excès, l'action ne s'arrêtera et la liqueur n'acquerra une composition définitive que lorsque l'équilibre correspondant à la température de l'expérience se sera établi entre les divers composés que renferme la liqueur. Nous allons constater que des faits analogues se produisent avec d'autres sels que le chlorure de potassium.

» *Sulfate de chaux et bromure de potassium.* — La décomposition du bromure de calcium par le sulfate de potasse dissous, en présence d'une quantité d'eau suffisante pour dissoudre tout le sulfate de chaux théoriquement formé, donnerait lieu à une absorption d'environ $-0^{Cal},9$; on peut donc s'attendre à voir se produire, dans des conditions peu différentes, les deux réactions inverses l'une de l'autre. Et, en effet, si nous faisons agir du gypse en poudre sur des dissolutions renfermant des quantités croissantes de bromure de potassium, nous observons des faits tout semblables à ce qui se passe avec le chlorure de potassium ; l'analyse des liqueurs en équilibre montre encore que, dès que les proportions de chaux et d'acide sulfurique dissoutes cessent de correspondre à la composition du sulfate de chaux, on voit apparaître, contre les parois des vases, les aiguilles transparentes du sulfate double $SO^4Ca, SO^4K^2, 4H^2O$. Si, pour représenter graphiquement le phénomène, on porte en abscisses les poids de bromure de potassium introduits dans la liqueur, et en ordonnées ceux d'acide sulfurique ou de chaux qu'on y trouve, on obtient deux courbes semblables à celles du chlorure de potassium. Celle de la chaux s'élève, doucement d'abord, en tournant sa concavité vers l'axe horizontal, puis elle s'infléchit et se relève rapidement ensuite en tournant sa convexité vers cet axe ; la courbe représentative de l'acide sulfurique monte lentement, jusqu'à un maximum à partir duquel elle descend beaucoup plus vite ; le maximum de l'une, l'inflexion de l'autre sont sur une ordonnée représentant des quantités de chaux et d'acide qui se trouvent unies dans le sulfate calcique ; ils marquent la limite à partir de laquelle

la liqueur renferme autre chose que du sulfate de chaux à l'état de dissolution.

» Le sulfate de potasse ne précipite donc pas totalement le bromure de calcium pas plus que le chlorure, et le sulfate de chaux est susceptible de décomposer le bromure de potassium ; une dissolution de ce dernier sel mise en présence dans un excès de gypse, donnera donc lieu à des réactions diverses, suivant son degré de concentration, et d'une façon générale il s'établira, pour chaque concentration du bromure alcalin, et à chaque température, un équilibre particulier entre les bromures, les sulfates et le sulfate double qui se trouvent en présence dans la liqueur. Ici encore le sulfate double, suivant qu'il peut ou ne peut pas exister dans les dissolutions, intervient par sa chaleur de formation qui peut renverser le signe thermique de la réaction et joue, par suite, un rôle d'une importance considérable.

» *Sulfate de chaux et iodure de potassium.* — La réaction que donne le sulfate de potasse sur l'iodure de calcium ne met, elle aussi, en jeu qu'une très faible quantité de chaleur, variable avec les quantités d'eau en présence desquelles elle s'effectue, et l'on pourra observer soit la décomposition du sulfate calcique par l'iodure de potassium, soit l'action inverse; c'est en effet ce qui a lieu et, lorsqu'on fait agir du gypse en excès sur une solution plus ou moins concentrée d'iodure de potassium, les choses se passent tout comme avec le bromure et l'iodure, grâce à la formation, dans ce cas encore, des aiguilles du sulfate double de potasse et de chaux.

» En définitive le sulfate de potasse, en agissant sur les dissolutions de chlorure, bromure, iodure calcique, ne donne pas lieu à des décompositions complètes. Conformément aux indications fournies par les données thermiques les réactions, qui ne donnent lieu qu'à de faibles variations de chaleur, peuvent dans des conditions déterminées se produire ensemble et se limiter réciproquement; le sulfate double de chaux et de potasse, qui se produit dans ces circonstances, intervient dans la détermination de la réaction et dans l'établissement de l'équilibre; la composition de chaque liqueur définit l'équilibre qui s'est établi entre les divers sels capables de réagir.

» *Sulfate de chaux et d'ammonium.* — La décomposition du sulfate d'ammoniaque par le chlorure de calcium est endothermique dans les liqueurs très étendues, elle absorbe $-1^{Cal},1$. Il n'en est pas de même avec des solutions concentrées. Nous aurons donc deux réactions inverses

possibles comme dans les cas précédents et des phénomènes du même genre. Si, en effet, l'on met du gypse en excès au contact de solutions plus ou moins concentrées de chlorure d'ammonium on trouve, à la température de 24° par exemple :

Chlorure d'ammonium.	Acide sulfurique.	Chaux trouvée.	Chaux correspondant au sulfate de chaux.
gr 0	1,5	1,0	1,0
20	3,1	2,2	2,2
40	4,1	2,8	2,9
60	4,7	3,3	3,3
80	5,0	3,6	3,5
120	5,2	3,7	3,6
200	5,4	4,0	3,8
280	5,4	4,2	3,8
333	4,9	4,4	3,4

» Si, avec ces nombres, qui se rapportent à 1^{lit} de liqueur, on construit des courbes comme on l'a fait pour les sels de potassium, elles affectent des formes peu différentes et conduisent aux mêmes remarques ; l'équilibre s'établit dans chaque liqueur, à une température déterminée, entre les deux sulfates et les deux chlorures qui s'y trouvent. Il n'y a pas à tenir compte ici de la formation d'un sulfate double d'ammonium et de calcium ; j'ai montré, en effet (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 86), qu'un tel sel ne peut exister que dans des solutions très concentrées de sulfate d'ammonium, il ne peut donc pas se produire dans nos liqueurs.

» *Sulfate de chaux et chlorure de sodium.* — La chaleur mise en jeu dans l'action du sulfate de soude sur le chlorure de calcium est positive ou négative suivant la quantité d'eau qui sert de dissolvant ; les choses se passeront donc comme dans le cas du chlorure de potassium. C'est ce que j'ai constaté en effet en étudiant les liqueurs qui se produisent quand on fait réagir des solutions de sel marin sur du gypse en excès : les phénomènes sont tout semblables à ceux qui ont été précédemment décrits, les courbes qui les figurent graphiquement sont analogues et les équilibres s'établissent de la même façon ; il n'y a pas à faire intervenir de sulfate double de chaux et de soude, qui ne se produit pas dans ces circonstances.

» Il est à remarquer que les solutions salines concentrées ne déshydratent pas le sulfate de chaux hydraté, à froid ; d'autre part, le plâtre fait prise avec ces solutions, plus vite que dans l'eau pure avec le chlorure de

potassium, peut-être en raison de la formation du sulfate double de potassium et de calcium, bien plus lentement avec une dissolution saturée de sel marin. »

BOTANIQUE. — *Du nombre et de la symétrie des faisceaux libéroligneux du pétiole dans la mesure de la perfection des espèces végétales;* par M. A. CHATIN.

« Avec les Monochlamidées, objet de la présente étude, se complète le cycle de mes recherches dans les Dicotylédones sur les faisceaux libéroligneux du pétiole.

» Parmi les faits acquis il en est un d'un intérêt spécial, venant étendre les rapports par lesquels la nervation pennée du limbe se rattache au type unitaire du pétiole.

» Après avoir montré cette nervation commandée par le type unitaire du pétiole, j'avais signalé qu'elle coexiste souvent avec des pétioles plurifasculaires.

» Or, je montre aujourd'hui que ces écarts se rattachent généralement à la conjonction des faisceaux dans la nervure dorsale de la feuille, laquelle deviendrait à son tour unitaire : simple retard de conjonction, le plus souvent en rapport avec la grande multiplicité des faisceaux.

DICOTYLÉDONES MONOCHLAMIDÉES.

PÉTIOLE A UN SEUL FAISCEAU.

» *Bétulinées.* — Alnus glutinosa, Betula alba.

» *Buxinées.* — Buxus balearica, B. sempervirens (¹), Pachysandra procumbens et P. terminalis.

» *Celtidées.* — Celtis australis.

» *Daphnacées.* — Daphne alpina (¹), D. Laureola et D. Mezereum (¹).

» *Eléagnées.* — Eleagnus augustifolia et E. argentea, Hippophaë rhamnoïdes.

» *Laurinées.* — Cinnamomum officinale (¹), Laurus Camphora et L. nobilis.

» *Monimiées.* — Citrosma ovalifolia.

» *Olacinées.* — Villaresia Congonha (¹).

» *Quercinées.* — Quercus Ilex (¹), Q. imbricaria (²), Q. suber (²).

» *Salicinées.* — Salix babylonica et S. Capræa (²).

» *Ulmacées.* — Planera crenata, Ulmus campestris.

(¹) Trois faisceaux à la base. Chez le Villaresia, les deux latéraux, très petits, ne rallient que dans le limbe.

(²) Faisceaux à réunion tardive au haut du pétiole.

TROIS FAISCEAUX.

» *Amarantacées.* — Achyranthes argentea, Bosea Yervamora.
» *Aristolochiées.* — Aristolochia Pistolochia, Asarum canadense et A. europæum.
» *Balsamifluées.* — Liquidambar styraciflua.
» *Chénopodées.* — Blitum capitatum.
» *Euphorbiacées.* — Euphorbia splendens (¹) et E. achenoides, Poinsetia pulcherrima (²).
» *Loranthacées.* — Loranthus macrosolen, Viscum tuberculatum.
» *Polygonées.* — Polygonum hydropiper.
» *Protéacées.* — Grevillea angulata.
» *Santalacées.* — Thessum humifusum.

CINQ FAISCEAUX.

» *Aristolochiées.* — Aristolochia Clematitis et A. Sipho, Nepenthes distillatoria.
» *Chénopodées.* — Chenopodium album, C. ambrosioides (¹) et C. Bonus Henricus, Salsola Soda.
» *Euphorbiacées.* — Croton hortensis (¹), E. Characias, E. dulcis et E. Esula, Mercurialis annua.
» *Loranthacées.* — Buckleia distichophylla, Viscum album.
» *Polygonées.* — Fagopyrum esculentum.
» *Quercinées.* — Fagus silvatica (*d*), Corylus Avellana.
» *Santalacées.* — Mida Cunninghamii, Osyris alba, Pyrularia pubera, Santalum album.
» *Urticées.* — Boehmeria macrophylla (³), Cannabis indica, Dorstenia ceratodentes (³) et D. maculata (²), Parietaria officinalis.

SEPT FAISCEAUX.

AMARANTACÉES. — Irisine latior.
» *Chénopodées.* — Boussingaultia baselloides.
» *Cytinées.* — Cytinus Hypocistus.

(¹) Conjonction des faisceaux dans la nervure dorsale du limbe.
(*d*) Parfois six faisceaux. Irrégularités assez fréquentes de nombre et de forme dans les Quercinées.
Conjonction des faisceaux dans le pétiole.
(²) Pas de conjonction : feuilles *palmatinerves*.
(³) Conjonction dans la nervure dorsale, feuilles *penninerves*.

» *Euphorbiacées.* — Dalechumpia spathulata et D. hibiscoides, Euphorbia Characias, Jatropha Manihot ([1]), Sarcococea pruniformis ([2]).

» *Nyctaginées.* — Nyctago Jalapa.

» *Pipéracées.* — Chloranthus inconspicuus, Piper angulatum et P. nigrum.

» *Polygonées.* — Polygonum Persicaria, Rumex Acetosa et R. scutatus.

» *Salicinées.* — Populus nivea ([1]).

» *Urticées.* — Broussonetia papyrifera.

NEUF A ONZE FAISCEAUX.

» *Aristolochiées.* — Aristolochia sempervirens.

» *Chénopodées.* — Beta trigyna, Spinacia inermis.

» *Euphorbiacées.* — Acalypha hispida (*a*) et A. parvula (*a*), Aleurites gabonensis (*a*), Phyllanthus Emblica et P. mimosæfolia ([3]).

» *Loranthacées.* — Nuytsia floribunda.

» *Pipéracées.* — Pepeomia alata, Piper incanum et P. macrophyllum.

» *Polygonées.* — Coccoloba uvifera, Polygonum Bistorta et B. cuspidatum.

» *Quercinées.* — Castanea vulgaris ([2]), Quercus Mirbeckii ([2]).

» *Saururées.* — Houttuynia cordata, Saururus cernuus.

» *Urticées.* — Bœhmeria argentea ([2]) et B. nivea ([2]), Ficus elastica ([2]), Humulus lupulus.

NOMBREUX FAISCEAUX.

» *Amarantacées.* — Amarantus caudatus.

» *Balanophorées.* — Helosis guyanensis (*e*), Lophophytum brasiliense (*e*).

» *Chénopodées.* — Beta vulgaris.

» *Euphorbiacées.* — Croton pungens, Hura crepitans, Jatropha multifida (*a*), Ricinus communis (*a*).

» *Juglandées.* — Juglans regia.

» *Papayacées.* — Carica Papaya (*a*).

» *Platanées.* — Platanus orientalis (*a*).

» *Polygonées.* — Polygonum orientale et P. petiolatum (*b*), Rheum palmatum (*a*) et R. officinale (*a*), Rumex hydrolapathum (*b*) et R. pectinatum (*b*).

» *Urticées.* — Ficus Carica (*a*).

([1]) Nervation palmée, pas de conjonction.

([2]) Conjonction des faisceaux dans la nervure dorsale.

(*a*) Feuilles palmatinerves.

([3]) Conjonction des faisceaux dans la nervure médiane.

(*e*) De larges écailles tiennent lieu de feuilles.

(*b*) Très grandes feuilles pennées.

» Des observations faites sur les Monochlamidées, observations développant celles qui ont porté sur les autres classes de Dicotylédones et y ajoutant, ressortent des aperçus se classant sous les titres suivants :

» 1. Plantes à pétioles n'ayant qu'un faisceau.

» 2. Feuilles composées à un seul faisceau dans le pétiole et les pétiolules.

» 3. Feuilles composées à pétiole plurifasculaire, mais à pétiolules unitaires.

» 4. Feuilles à pétiole plurifasculaire, mais à nervure dorsale du limbe unitaire.

» 5. Les pétioles unitaires sont plus spécialement propres aux espèces ligneuses.

» 6. Des nervures dorsales unitaires se rencontrent dans les espèces herbacées, comme dans les espèces ligneuses.

» 7. En général, les faisceaux pétiolaires ne se conjuguent en un seul dans aucun des cas suivants : écailles et feuilles engainantes, plantes volubiles, plantes parasites, (les colorées surtout) feuilles très grandes, feuilles palmatinerves.

» 8. Le nombre des faisceaux dans ses rapports avec les affinités botaniques.

» Reprenons ces points de vue.

» Les espèces à pétiole unitaire sont en nombre moindre dans les Monochlamidées que dans les autres classes, parmi lesquelles les Corollyflores tiennent toujours le premier rang.

» C'est surtout chez les vraies Chlamidées (Daphnacées, Laurinées, Eléagnées, Celtidées, Ulmacées) plutôt que dans les Achlamidées (Amentacées) que la conjonction des faisceaux a lieu dès la base de la feuille.

» Entre Laurinées et Daphnacées est d'ailleurs cette différence que dans celles-ci les faisceaux sont plus généralement encore séparés vers l'extrême base.

» Quant aux Achlamidées, c'est souvent vers le haut du pétiole, ou même seulement dans la nervure dorsale, que se conjuguent les faisceaux.

» Lorsque, dans les feuilles composées, le pétiole commun présente le type unitaire, c'est fait acquis pour les pétiolules des folioles (*Albizia, Cassia, Gleditschia, Murraya, Phyllanthus mimosæfolius*).

» Pourront encore avoir les faisceaux conjugués en un seul les pétiolules de feuilles composées dont les pétioles sont encore plurifasculaires (*Fragaria Geum, Rubus, Sambucus*). C'est qu'il y a ici un retard de conjonction analogue au cas suivant.

» La conjonction des faisceaux qui donne des pétiolules unitaires, alors que les pétioles communs sont encore plurifasculaires, peut s'attarder encore, de sorte que la conjonction ne s'opérera que dans la nervure médiane du limbe.

» Ce fait, dernier terme de la conjugaison des faisceaux, que j'avais d'abord simplement entrevu, à la suite d'observations de pétioles, n'offrant

la réunion des faisceaux que vers leur sommet, au voisinage du limbe, est, ce qui n'est pas sans importance au point de vue de la généralisation de l'unité du faisceau dans les feuilles pennées, chose maintenant acquise. C'est même là le point capital mis en lumière par la présente étude. Il est ressorti clairement de mes observations sur l'Ortie blanche (*Bœhmeria nivea*), le *Chenopodium ambrosioides* et le *Ficus elastica*, Urticées; sur les *Croton hortensis* et *Euphorbia splendens*, Euphorbiacées; sur divers *Chenopodium* (*ambrosioides*..., etc.), toutes plantes à nervation pennée.

» C'est ainsi que cette nervation pennée, que j'avais signalée comme commandée (et elle l'est toujours) par le pétiole unitaire, la disjonction faisant suite voulue à la conjonction, est encore commandée, en général, par la nervure dorsale unitaire, la nervation pennée sans conjonction préalable du faisceau du pétiole regardée d'abord comme un écart, rentrant ainsi dans la règle « que disjonction est conséquence générale de » conjonction ».

» L'exception que j'avais signalée en disant : à pétiole unitaire correspond toujours une nervation pennée, mais il est des nervations pennées avec pétiole plurifasculaire s'atténue beaucoup. La seule différence est que la conjonction des faisceaux est plus retardée dans un cas que dans l'autre.

» Des observations plus haut rapportées, et sous toutes réserves d'observations ultérieures, qui ne seraient sans doute que des exceptions, il ressort que, dans les Monochlamidées, les pétioles unitaires ne se trouvent que chez les espèces ligneuses (Laurinées, Daphnacées, Monimiées, Éléagnées, *Ficus elastica*, *Buxus*, Bétulinées, Ulmacées, etc.).

» Quelques Monochlamidées herbacées (*Bœhmeria nivea* et *B. macrophylla*, *Chenopodium ambrosioides*) se rapprochent, dans une certaine mesure, par la jonction des faisceaux dans la nervure dorsale; une Urticée ligneuse, mais à faisceaux du pétiole très nombreux, le *Ficus elastica*, n'unit ses faisceaux, comme ses congénères herbacés, que dans la nervure dorsale.

» Un rapport qui se présente de lui-même, c'est que des Monochlamidées ligneuses, comme certaines Dialypétales périgynes (Légumineuses, Polygalées, Rosacées) ont des pétioles unitaires, à l'exclusion des espèces herbacées.

» Ici donc encore, les faits anatomiques sont favorables à la classification de Tournefort.

» Dans beaucoup de Monochlamidées à nombre de faisceaux, on

peut dire, indéfini, il n'y a jamais réunion des faisceaux, pas plus dans la nervure dorsale que dans le pétiole.

» Cette pluralité, toujours maintenue, des faisceaux, plus commune ici que chez les autres classes de Dicotylédones, comme par un acheminement aux Monocotylédones est en rapport :

» Soit avec l'engainance des écailles ou feuilles : *Brugmansia*, *Lophophytum*, Orobanchées, Polygonées;

» Soit avec la grande dimension de celles-ci : *Beta*, *Polygonum orientale* et *P. Petiolatum*, *Rheum* et *Ricinus* divers;

» Soit avec l'enroulement même des tiges : *Boussingaultia*, *Humulus*.

» Les rapports, déjà signalés, entre la nervation des feuilles et le nombre des faisceaux du pétiole se confirment dans les Monochlamidées quant aux feuilles palmatinerves et parallélinerves; ils se complètent pour les feuilles penninerves, où la disjonction pennée est commandée, non plus seulement par le pétiole à un faisceau, mais aussi par la nervure dorsale rendue à son tour unitaire par la conjonction des faisceaux montant du pétiole.

» Au nombre des feuilles à nervation pennée et à faisceaux ne se conjuguant ni dans le pétiole ni dans le limbe, comptent les belles et longues feuilles de *Clavyja*.

» Des affinités entre divers groupes de plantes sont affirmées ou infirmées par la considération du nombre de faisceaux pétiolaires.

» Le rapprochement, parfois opéré, des Laurinées et des Daphnacées sous un titre commun est en plein accord avec leur pétiole unitaire, caractère que partage la petite famille, très voisine, des Eléagnées.

» A noter que le *Cussytha* dans les Laurinées, le *Passerina* dans les Daphnées, espèces herbacées plurifasculaires, ne sont pas plus dissidentes dans leurs familles que les Rosacées et Légumineuses herbacées ne le sont par rapport aux espèces ligneuses de leurs groupes respectifs.

» Au contraire, les Euphorbiacées et les Malvacées, rapprochées par quelques botanistes en raison de leurs fruits à coques, etc., diffèrent beaucoup par les faisceaux, entraînant toujours dans celles-ci la nervation palmée, laquelle n'est qu'une exception (*Acalypha*, *Ricinus*, *Jatropha Manihot*) dans les premières.

» Notons encore qu'une importante famille de Monochlamidées à pétioles engainants toujours multifasculaires, les Polygonées, correspond, par ce signe d'abaissement, aux Renonculacées parmi les Dialypétales hypogynes, et aux Ombellifères chez les Dialypétales périgynes; rien de

pareil, il est superflu de le dire, ne se présente dans la classe plus élevée des Corolliflores.

» Le rapport existant entre la multiplicité des faisceaux du pétiole et la grande dimension des feuilles a été constaté plus fréquemment chez les Monochlamidées que dans les autres classes de Dicotylédones. En effet, ce rapport, général pour les *Rheum, Ricinus, Beta* et *Phytolacca,* se retrouve chez les *Polygonum* (*P. orientale, P. petiolatum*) et les *Rumex* (*R. Hydrolapathum* et *R. pectinatum*), derniers genres où, faits qui montrent bien la réalité des rapports entre le grand nombre des faisceaux et la grande dimension des feuilles, les faisceaux ne sont plus que de trois à sept chez les *Polygonum Hydropiper* et *Fagopyrum,* les *Rumex Acetosella* et *R. scutatus,* toutes espèces à petites feuilles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les résultats donnés par un sismographe avertisseur* (Kilian et Paulin), *installé à Grenoble.* Note de M. **Michel Lévy.**

« Samedi matin, je recevais de M. Kilian, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble, un télégramme m'indiquant que la veille, 4 mars, à $9^h 17^m 55^s$ du soir (temps moyen de Paris), le sismographe avertisseur Kilian et Paulin avait donné le signal d'alarme et mis en marche le chronomètre annexé à l'appareil. Les vérifications nécessaires furent faites immédiatement et l'heure de la secousse déterminée à une seconde près. Un sismographe Angot montrait d'ailleurs la trace très nette d'ondulations dirigées nord-sud.

» M. Kilian me demandait de signaler cette observation à l'Académie, si elle coïncidait avec un tremblement de terre, observé dans une région lointaine.

» Or les journaux du soir du 5 mars ont relaté un tremblement de terre, survenu dans la vallée du Pô, dans la nuit du 4 au 5 mars; les dépêches, très succinctes, semblent situer la secousse sur la rive droite de ce fleuve entre Plaisance et Reggio; son contre-coup a été observé au sud-est jusqu'à Ischia, au sud-ouest jusqu'à Chiavari, à l'est jusqu'à Padoue. On voit qu'à l'ouest l'ondulation sismique s'est propagée nettement jusqu'à Grenoble.

» Plusieurs fois déjà, la station sismique de Grenoble a fidèlement enregistré des tremblements de terre lointains, notamment ceux du 12 juin 1897

et de Laibach. Il serait à désirer que des stations aussi efficacement outillées fussent installées dans plusieurs centres scientifiques en France. »

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante*. Note de MM. Crova et Compan.

« La mesure du pouvoir absorbant du noir de fumée pour un flux d'énergie radiante est une donnée fondamentale indispensable aux déterminations actinométriques; on admet généralement qu'il est égal à l'unité; en réalité, il varie dans des limites assez restreintes avec la nature du noir et son mode d'application.

» L'un de nous ([1]) a montré que la partie non absorbée du flux incident est en partie diffusée, en partie spéculairement réfléchie par la surface noircie, sous des incidences très obliques; il a indiqué le moyen d'obtenir une absorption plus complete, par un dépôt électrolytique de noir de platine que l'on enfume légèrement.

» De la Provostaye et Desains ([2]) ont trouvé que le noir de fumée ne réfléchit pas plus de $\frac{1}{1300}$ de la chaleur incidente. Christianssen ([3]) donne 0,911 pour la valeur du pouvoir absorbant du noir de fumée. M. Kniet Angström ([4]) a montré que tous les noirs n'absorbent pas également; dans les meilleures conditions, il a trouvé 0,976 pour la valeur du pouvoir absorbant. M. Chwolson ([5]) a trouvé que la correction de M. Angström, 2,4 pour 100, s'élève à 2,6 pour 100 pour la boule sphérique d'un thermomètre, en raison de la perte sous les incidences rasantes; il préconise l'emploi d'une laque noire, à la place de noir de fumée. M. Langley ([6]) trouve le même coefficient 2,6 pour la perte par réflexion sur la boule noircie d'un thermomètre, mais en admettant que sous l'incidence normale le pouvoir absorbant est égal à l'unité.

» Nous avons d'abord cherché à nous rendre compte de la constitution d'une couche de noir de fumée déposée sur une glace.

([1]) A. Crova, *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 1205; 1875. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XI, p. 443.

([2]) *Comptes rendus*, t. XXVI, p. 212.

([3]) *Wiedemann's Annalen*, t. XIX, p. 277.

([4]) *Wiedemann's Annalen*, t. XXVI, p. 276.

([5]) *Die Gegenwärtige Zustand der Aktinometrie*, p. 15.

([6]) *Researches on solar heat*, etc., p. 108.

» Au microscope, elle apparaît sous la forme de granules ovoïdes de 1^{μ} à $0^{\mu},5$ de diamètre, les plus petits sensiblement sphériques; les flammes de plus haute température (gaz de l'éclairage) nous ont donné une abondance relative de granules de $0^{\mu},5$; la couche, transparente quand elle est mince, exerce une absorption sélective sur les courtes longueurs d'onde, les plus longues étant transmises.

» Si la couche est un peu plus épaisse, sa mise au point est difficile; mais son aspect change complètement si on la lave à l'alcool absolu pour enlever les produits pyrogénés; elle apparaît alors sous l'aspect d'un tissu réticulaire très délié. L'alcool paraît agir, pendant la dessiccation, par la pression capillaire des ménisques infiniment petits, qui produisent un effet analogue à celui d'une compression.

» Si l'on dépose successivement des couches de noir en lavant à l'alcool chacune d'elles, les éléments transparents du tissu diminuent au point de disparaître; la couche de noir est très adhérente, la pression capillaire des ménisques pendant la dessiccation coinçant les granules de la couche dans les interstices de la couche précédente.

» Incidemment, nous avons observé les anneaux d'interférence de diamètre croissant avec l'obliquité, observés par M. Stark [1]; ils sont très beaux quand on examine au soleil des taches légères de noir de fumée, déposées par le sommet d'une flamme sur métal des miroirs; le lavage à l'alcool en diminue l'éclat.

» Le noir de platine, préparé par la réduction par le zinc et l'acide chlorhydrique du chloroplatinate d'ammonium, est composé de granules de dimensions supérieures à celles du noir de fumée, mais de formes très irrégulières.

» Nous nous sommes bornés, pour une première étude, à chercher l'absorption exercée sur un flux calorifique émanant d'une source à 100°.

» Le pouvoir absorbant égal à l'unité ne peut être théoriquement obtenu qu'en recevant le flux sur un orifice pratiqué dans une enceinte noircie intérieurement, dont la surface est négligeable en présence de celle de l'enceinte; le rapport $\frac{A}{E}$ des pouvoirs absorbant et émissif étant constant, nous prendrons pour unité de pouvoir émissif celui d'un orifice pratiqué dans une enceinte noircie chauffée à 100°. La recherche du pouvoir absorbant se réduit ainsi à celle du pouvoir émissif.

» Une étuve en cuivre rouge, remplie d'eau portée à 100°, contient une sphère creuse en cuivre mince de 70^{mm} de diamètre, noircie intérieurement, et se vissant intérieurement sur l'une des parois, sur laquelle elle débouche par un orifice de 22^{mm} de diamètre. Le flux qui émane d'une surface égale de la paroi de l'étuve adjacente à l'orifice et noircie est comparé à celui qui émane de l'orifice lui-même. Ces flux sont reçus sur une pile thermo-électrique, reliée à un galvanomètre à cadre mobile; la pile est mise à l'abri de tout rayonnement étranger par des systèmes d'écrans métalliques très minces, parallèles entre eux et percés de trous de 15^{mm} de diamètre, en face de la

---

(1) *Wiedemann's Annalen*, Neue Folge, Band 62, Heft 2, p. 353 et 358; 1897.

pile; celle-ci et les systèmes d'écrans qui l'entourent sont portés sur un chariot que l'on peut déplacer devant l'étuve fixe, afin de recevoir le flux de l'orifice ou celui de la face noircie.

» On mesure d'abord la déviation due à l'orifice, puis celle qui est due à la face noircie, et de nouveau celle qui est due à l'orifice. Les trois observations se font en régime constant, à intervalles de temps égaux et en renversant le courant à chaque observation.

» La concordance de la première et de la troisième lecture est une preuve de la constance du flux; soient d sa valeur et d' celle qui correspond à la face enfumée, $\frac{d-d'}{d}$ représente la perte d'absorption pour 100.

» Des études préalables nous avaient assuré de l'uniformité du champ du galvanomètre et de la proportionnalité des déviations aux intensités. Pour la surface du cuivre de l'étuve, cette perte a varié de 0,522 à 0,650; pour cette même surface recouverte d'une couche de noir de bougie, de 0,068 à 0,1250.

» Nous avons ensuite recouvert cette même face de plusieurs couches de noir, lavées à l'alcool et appliquées dans des directions rectangulaires. Pour une couche lavée à l'alcool, le coefficient de pèrte a été 0,317; pour un nombre de couches variant de 1 à 10, après lavage de chaque couche, la perte a régulièrement diminué jusqu'à 0,0203. Une couche de plus non lavée augmente la perte, qui reprend sa valeur primitive 0,203 après le lavage.

» Pour la laque enfumée de M. Chwolson, la perte a été 0,0230.

» Le noir de platine, recouvert de six légères couches de noir succéssivement lavées, a donné des pertes diminuant de 0,057 à 0,020.

» De ce qui précède, on peut conclure :

» 1° Qu'une couche de noir, appliquée par la méthode ordinaire, peut donner des pertes d'absorption atteignant 0,1;

» 2° Que des couches légères, lavées successivement à l'alcool, donnent un enduit assez résistant et une absorption de plus en plus complète; la perte d'absorption ne peut s'abaisser au-dessous de 0,02; si les couches ne sont pas lavées, l'absorption est moins complète lorsque le nombre de couches augmente; si, au contraire, elles sont lavées, on ne gagne plus au delà de dix couches, le lavage à l'alcool entraînant le noir, qui reste en suspension dans le liquide;

» 3° Le noir de platine, enfumé et lavé à l'alcool, permet d'arriver à la même limite avec un nombre moindre de couches; quand les poussières atmosphériques, en adhérant au noir, ont diminué son pouvoir absorbant, il suffit de frotter légèrement la couche avec une peau de daim, et de la recouvrir ensuite de quelques couches légères de noir lavées successivement à l'alcool, pour retrouver le même pouvoir absorbant maximum.

» Le noir, appliqué sur une épaisseur de dix couches lavées, donne la

même absorption maxima, mais la couche est moins solide, et, en cas d'altération, il faut la renouveler complètement.

» Il est difficile d'évaluer la masse de cette couche, en raison de l'hygroscopicité bien connue du noir de fumée; nous citerons seulement le résultat suivant : préparée à dix couches lavées et séchées successivement, elle contient $0^{mgr},291$ de noir par centimètre carré. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Gonnessiat, *intitulé :* « *Recherches sur la loi des variations de latitude* ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie; M. Radau, rapporteur.)

« La question de la variabilité des latitudes a tenu une certaine place dans les préoccupations des astronomes depuis la publication des recherches de Peters, qui remontent à 1844, et qui reposent sur des observations faites au cercle vertical de Poulkovo; elles furent plus tard reprises par M. Nyrèn; mais c'est surtout depuis dix ans que, grâce à l'intervention de l'Association géodésique internationale, les études relatives à cette question se sont multipliées. On a vu des observatoires se concerter pour entreprendre des séries de déterminations simultanées de la latitude par la méthode de Talcott. Divers astronomes se sont attachés à discuter, de ce point de vue nouveau, les matériaux d'observation, de date plus ou moins ancienne, entassés par leurs devanciers. On n'a point négligé, non plus, d'examiner les conditions théoriques du problème. Mais il faut avouer que l'on commence à peine à en entrevoir la solution, et que les astronomes sont loin de s'accorder sur l'interprétation des résultats que fournissent les mesures. Il reste évidemment beaucoup à faire.

» Dans ces conditions, nous devons savoir gré à M. Gonnessiat des efforts qu'il a faits pour élucider cette difficile question. Dans un Mémoire qui a été présenté, l'année dernière, au jugement de l'Académie, il a, d'une part, soumis à une discussion approfondie les mesures de distances zénithales, faites pendant douze ans au cercle méridien de l'observatoire de Lyon, sous la direction de M. Ch. André, et dont la précision ne laisse rien à désirer : ces observations l'ont conduit à des résultats curieux et inattendus. Il a, d'autre part, vérifié ses formules empiriques en les appliquant à l'ensemble des données qui peuvent être empruntées aux obser-

vations étrangères. Des Tableaux graphiques montrent l'accord très satisfaisant du calcul avec l'observation.

» Les mesures effectuées à Lyon, de mars 1885 à novembre 1896, ont porté sur les étoiles fondamentales situées aux abords du pôle; elles ont servi à déterminer, en même temps que la latitude, un système de déclinaisons absolues. Il faut dire toutefois que, jusqu'au commencement de l'année 1893, il s'agit seulement de mesures qui font partie des matériaux recueillis dans le service courant, sans attention spéciale; ce n'est qu'à partir de 1893 qu'ayant constaté l'utilité de ces observations on résolut de prendre pour objet presque exclusif la détermination de la latitude. On a, dès lors, pendant quatre ans, multiplié les pointés à chaque passage, changé fréquemment l'origine de la graduation, et associé chaque fois à la visée directe la visée par réflexion.

» La discussion de ces matériaux, d'où les erreurs systématiques ont été éliminées avec soin, semble prouver que le cercle méridien, en même temps qu'il fournit les positions absolues, si nécessaires aux besoins de l'Astronomie de précision, peut déceler les variations de latitude avec, peut-être, autant de sûreté que la méthode différentielle de Talcott. Si le cercle méridien comporte, en effet, des sources d'erreur plus nombreuses (erreurs de graduation, flexion, réfraction, etc.), il ne faut pas oublier que l'emploi de la lunette zénithale a aussi ses inconvénients, parmi lesquels les plus graves sont le choix trop limité des étoiles et la nécessité du rattachement des groupes, qui entraîne tant de divergences inexplicables. On peut encore dire que les observateurs au cercle méridien qui se livrent à des déterminations fondamentales se résoudront difficilement à emprunter les variations de latitude, dont ils ont besoin pour leurs réductions, aux mesures faites par la méthode de Talcott, et préféreront les déduire de leurs propres mesures. Il est donc à prévoir que l'exemple donné par l'observatoire de Lyon sera suivi.

» Les recherches de M. Gonnessiat, en ce qui concerne la latitude, avaient pour objet de vérifier et de compléter la loi établie par M. Chandler, d'après laquelle les variations de latitude sont composées de deux oscillations, dont l'une a une période de quatorze mois, l'autre une période annuelle : la phase de ces oscillations dépend de la longitude du lieu d'observation; elles impliquent une révolution du pôle terrestre, s'accomplissant de l'ouest à l'est. Les calculs de l'auteur confirment la réalité de ces deux termes, auxquels il assigne des coefficients à peu près égaux ($0'',14$ et $0'',155$); mais il ajoute à la formule de Chandler deux termes nouveaux

à périodes plus longues : le premier aurait une période de $1^a,8$, avec un coefficient de $0'',04$; le second une période de $9^a,3$, avec un coefficient de $0'',10$, et cette dernière oscillation, au contraire des autres, se propagerait de l'est à l'ouest.

» L'auteur fait remarquer que cette période est celle d'une demi-révolution des nœuds de l'orbite lunaire, et que l'argument du terme dont la période est de $1^a,8$ vérifie une relation de commensurabilité avec les deux arguments de Chandler. Ce sont là des coïncidences curieuses qui méritaient d'être signalées, bien que la théorie n'indique pas l'existence de termes de cette nature ; il se peut d'ailleurs que la discussion de matériaux plus complets et plus homogènes conduise plus tard à modifier les nombres en question, car la petitesse des coefficients, qui sont ici de l'ordre des erreurs d'observation, rend nécessairement la détermination des périodes très précaire. Quoi qu'il en soit, l'inspection des Tableaux graphiques, qui montrent la courbe calculée des variations de latitude au-dessous de la chaîne des écarts observés tant à Lyon que dans un grand nombre de stations étrangères, fait ressortir l'accord réalisé par la formule de M. Gonnessiat. Il y a là, assurément, une tentative de représentation empirique des écarts qui est digne d'attention.

» Si nous ajoutons que ce travail renferme la détermination d'une série de déclinaisons absolues d'une haute précision, puis encore l'évaluation de deux parallaxes stellaires et une nouvelle détermination de la constante de l'aberration, on comprendra que le Mémoire qui a été soumis à l'Académie contient des résultats importants, et nous pensons qu'il y a lieu d'en demander l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur l'* « *Histoire celeste du* XVIIe *siècle* » *de* Pingré. Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Bertrand.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« En 1756, Pingré annonça le projet de réunir et de discuter les observations astronomiques faites de 1601 à 1700 [1].

[1] *Projet d'une Histoire d'Astronomie du* XVIIe *siècle,* 1756 (8 p. in-4°); suivi

» Un pareil recueil lui paraît, dit-il, « d'une extrême importance ». Obligé de se borner, il a choisi le XVIIe siècle comme l'époque « la plus in-» téressante pour l'Astronomie », et comme celle dans laquelle il croit pouvoir réussir le mieux. Déjà il connaît les Ouvrages imprimés à consulter, et il doit avoir communication des riches manuscrits des Cassini, de Delisle, etc.

» Mûri pendant trente ans, ce projet fut exécuté de 1786 à 1790. A cette dernière époque le manuscrit, présenté à l'Académie, fut l'objet d'un Rapport très favorable de Le Monnier et de Lalande (9 février 1791) : à la suite de ce Rapport, l'Assemblée Nationale accorda 3000 livres pour la publication de l'Ouvrage (24 février 1791). L'impression avança assez lentement; puis la mort de Pingré (1er mai 1796) la fit suspendre, alors qu'elle n'était avancée qu'aux deux tiers de l'Ouvrage entier.

» A partir de cette époque, on perd de vue non seulement le manuscrit, mais aussi les feuilles déjà tirées et qui paraissent avoir été détruites. Aussi craignait-on que tout fût définitivement perdu, quand diverses circonstances ont fait retrouver d'abord un exemplaire complet des feuilles tirées (l'exemplaire même de Jérôme Lalande), puis la partie restée manuscrite.

» L'Ouvrage a pour titre : *Annales célestes du* XVIIe *siècle*. Voici ce qu'il donne, année par année, suivant l'ordre chronologique :

» *Soleil*. — Observations d'éclipses. — Autres observations : passages méridiens, hauteurs méridiennes, diamètres, taches. — Déterminations d'équinoxes.

» *Lune*. — Observations d'éclipses. — Autres observations : passages méridiens, hauteurs méridiennes, distances à des planètes ou à des étoiles, occultations, mesures de diamètres.

» *Planètes*. — Observations de conjonctions, d'oppositions; passages méridiens, hauteurs méridiennes, distances aux étoiles ou à d'autres planètes, passages sur le Soleil.

» *Étoiles*. — Observations de l'éclat des étoiles nouvelles, des étoiles variables.

» *Satellites*. — Observations d'éclipses des satellites de Jupiter (à partir de 1653).

» *Comètes*. — Pingré se borne généralement à renvoyer à sa *Cométographie*.

» *Faits* (*relatifs à l'Astronomie*). — Mention rapide des découvertes importantes de l'année, des publications d'Ouvrages ayant exercé une grande influence. Mort d'astronomes célèbres, avec de courtes Notices sur leurs travaux.

» La partie qui n'a jamais été imprimée forme un manuscrit d'environ

---

d'un Rapport approbatif de Cassini de Thury et de Le Monnier, Commissaires nommés par l'Académie des Sciences pour l'examen de ce projet.

200 pages, appartenant à l'Observatoire de Paris. Quant à l'exemplaire de la partie imprimée (364 pages in-4°), il est entre les mains d'un savant bibliophile, M. V. Advielle, qui se propose de le joindre aux nombreux manuscrits donnés par lui à la bibliothèque de la ville d'Arras.

» L'Ouvrage étant aujourd'hui reconstitué en entier, à l'état d'exemplaire unique, on doit se demander s'il n'y aurait pas lieu de l'imprimer. Voici quelques raisons qui paraissent de nature à montrer l'utilité de cette publication :

» 1° L'autorité de l'auteur dans ce genre de travaux. Non seulement il a réuni les observations, mais il les a souvent calculées; cela est aujourd'hui d'autant plus important que nous ne sommes pas familiarisés avec les méthodes d'observation du XVIIe siècle.

» 2° L'avantage de trouver classées, suivant l'ordre chronologique, des observations empruntées, les unes à de nombreux manuscrits dans lesquels on a beaucoup de peine à se reconnaître, les autres à un grand nombre d'Ouvrages, brochures, journaux, simples feuilles volantes même, qu'il serait impossible de rassembler maintenant. Pingré apporte d'ailleurs des corrections aux sources qu'il a consultées.

» 3° L'Ouvrage de Pingré contient les observations généralement inédites de Bouillau, de Seidleau (dont l'original est peut-être perdu), de Chazelles, etc. Jusqu'à 1700 il complète, pour les observations de La Hire, l'*Histoire céleste* publiée par Le Monnier; pour Cassini I, il compléterait les *Mémoires de l'Académie*, etc.

» 4° Les éclipses de Soleil et les occultations d'étoiles observées au XVIIe siècle sont encore de la plus haute importance pour l'étude du mouvement de la Lune, comme le montrent les travaux de M. Newcomb [1]. Aussi ce savant s'est-il livré, pour réunir ces observations, à de longues recherches que l'Ouvrage de Pingré aurait bien facilitées. Pour la période considérée, ces observations sont d'ailleurs plus nombreuses dans Pingré que dans le Mémoire cité de M. Newcomb. »

---

[1] *Researches on the Motion of the Moon;* Washington Observations, 1875, App. II.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** présente à l'Académie une Note imprimée du *P. Krüger* (*Nieuw Archief voor Wiskunde, Tweede Reeks, Derde Deel*) « Sur l'ellipsoïde de Jacobi ».

« L'auteur a récemment repris l'étude de cette question dans sa thèse de docteur à l'Université de Leyde, en lui appliquant les méthodes les plus récentes de la théorie des fonctions elliptiques. Il confirme et développe d'une façon remarquable les résultats obtenus, dès 1849, par feu Ed. Roche, Correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté de Montpellier (*Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres* de cette ville), et, dans la bibliographie très complète qu'il donne de ce problème, il fait ressortir une fois de plus combien il est regrettable de voir, faute d'une publicité suffisante, plusieurs savants consumer d'inutiles efforts pour aboutir plus ou moins exactement à des conclusions déjà acquises. C'est ainsi que la distance minimum $2,44\,R\sqrt[3]{\frac{\delta}{\rho}}$ d'un satellite de densité ρ à sa planète de densité δ et de rayon R, obtenue par Ed. Roche il y a près de cinquante ans, a été donnée comme nouvelle par M. Schwarzschild, dans la thèse (Munich, 1896) où il applique aux figures ellipsoïdales d'équilibre les méthodes indiquées par M. Poincaré pour généraliser le problème. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du groupe de rationalité des équations différentielles linéaires du quatrième ordre*. Note de M. **F. Marotte**, présentée par M. Émile Picard.

« On sait que M. Picard a défini, pour toute équation différentielle linéaire homogène, un groupe de transformations linéaires homogènes, qui jouit de propriétés analogues à celles du groupe de Galois d'une équation algébrique. Dans sa thèse, M. Vessiot a montré que ce groupe, que nous nommerons *groupe de rationalité* de l'équation linéaire, joue un rôle essentiel dans le problème d'intégration.

» La détermination effective du groupe de rationalité constitue donc un progrès important dans l'étude d'une équation linéaire. Je me propose d'in-

diquer un procédé très simple pour faire cette détermination dans le cas des équations du deuxième, du troisième et du quatrième ordre; j'exposerai seulement ici les résultats concernant les équations du quatrième ordre, ce qui donnera en même temps une énumération complète des cas de réduction que présentent ces équations.

» La méthode employée est d'ailleurs susceptible de s'étendre aux équations d'ordre supérieur.

» 1. Il existe un très grand nombre de groupes linéaires homogènes à quatre variables, mais nous allons les ranger dans un petit nombre de catégories que nous caractériserons simplement.

» Soit un groupe continu g dont les équations sont

$$Y_i = a_i y_1 + b_i y_2 + c_i y_3 + d_i y_4 \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

et supposons que y_1, y_2, y_3, y_4 soient les coordonnées homogènes d'un point de l'espace à trois dimensions. Les substitutions du groupe g effectuent sur les points de l'espace des transformations projectives formant un groupe continu γ.

» M. Lie a montré que les hypothèses suivantes sont seules à envisager : A, γ est le groupe projectif général de l'espace à trois dimensions; sinon il laisse invariable l'une au moins des figures suivantes : B, un plan; C, une droite; D, un point; E, une surface du second degré non dégénérée; F, un complexe linéaire; G, une cubique gauche.

» *Nous partagerons les groupes continus linéaires homogènes à quatre variables en sept catégories* A, B, C, D, E, F, G, *suivant la figure géométrique que le groupe projectif correspondant* γ *laisse invariable*. Un même groupe peut d'ailleurs appartenir à plusieurs catégories différentes.

» Nous allons caractériser les groupes de chaque catégorie par un invariant différentiel spécial.

» A. Les seuls groupes continus de cette catégorie sont les groupes linéaires homogènes général et spécial. Ils sont caractérisés par ce fait qu'ils n'admettent aucun des invariants différentiels appartenant aux catégories suivantes.

» Pour les autres catégories, les invariants caractéristiques sont respectivement les dérivées logarithmiques des fonctions suivantes :

B. $\qquad u = y_1,$

C. $\qquad v = y_1 y'_2 - y_2 y'_1.$

D. $$w = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & y_4 \\ y'_1 & y'_2 & y'_4 \\ y''_1 & y''_2 & y''_4 \end{vmatrix}.$$

E. $$\theta = y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2.$$

F. $$\omega = y_1 y'_4 - y_4 y'_1 + 3(y_3 y'_2 - y_2 y'_3),$$

G. ω et $$\sigma = (y_1 y_4 - y_2 y_3)^2 - 4(y_2^2 - y_1 y_3)(y_3^2 - y_2 y_4).$$

» 2. Le groupe de rationalité d'une équation linéaire du quatrième ordre ou tout au moins son plus grand sous-groupe continu appartient à l'une des sept catégories que nous venons d'énumérer. *Les équations du quatrième ordre se partagent donc en sept catégories suivant la nature de leur groupe de rationalité.*

» Pour décider à quelle catégorie appartient une équation linéaire donnée, il faut rechercher si les invariants donnés plus haut sont rationnels ou algébriques quand on remplace y_1, y_2, y_3, y_4 par un système fondamental d'intégrales de l'équation donnée.

» Mais les quantités u, v, w, θ, ω, σ vérifient des équations linéaires à coefficients rationnels qu'il est aisé de former et l'on sait reconnaître si ces équations ont des intégrales dont la dérivée logarithmique est rationnelle ou algébrique (voir Painlevé, *Comptes rendus*, 1887-1888).

» *On peut donc toujours, par un nombre fini d'opérations, reconnaître à quelle catégorie appartient une équation linéaire donnée.* Le problème de la détermination du groupe de rationalité est donc circonscrit et l'on en poursuivra la résolution par des procédés analogues.

» Faisons encore remarquer que les catégories que nous avons obtenues embrassent tous les cas de réduction des équations linéaires du quatrième ordre.

» 3. J'ai montré (*Comptes rendus*, novembre 1896) qu'à tout point singulier d'une équation linéaire était attaché un groupe de transformations linéaires dont les invariants sont méromorphes au voisinage du point singulier.

» Les *groupes de méromorphie* des équations du quatrième ordre appartiennent à l'une des catégories établies plus haut; *il y a donc sept catégories de points singuliers.*

» Pour décider à quelle catégorie appartient une singularité, il faut rechercher si les invariants caractéristiques que nous avons donnés sont méromorphes ou algébriques dans le domaine de la singularité. Nous avons

donc à reconnaître si les équations linéaires que vérifient les facteurs $u, v, w, \theta, \omega, \sigma$ ont des intégrales dont la dérivée logarithmique est méromorphe ou algébrique autour d'un point singulier.

» Les méthodes de M. H. von Koch (*Acta mathematica*, t. XVIII) permettent de résoudre ce problème. On est ainsi conduit aux résultats suivants :

» *On peut former, par des opérations arithmétiques, des fonctions transcendantes entières des coefficients de l'équation donnée, qui, égalées à zéro, expriment les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un point singulier soit d'une catégorie déterminée.*

» On peut aussi trouver des relations algébriques entre les coefficients de l'équation différentielle, qui, égalées à zéro, donnent des conditions suffisantes, mais non nécessaires, pour qu'un point singulier soit d'une catégorie déterminée.

» On peut enfin trouver des fonctions algébriques des coefficients de l'équation différentielle qui permettent d'affirmer qu'un point singulier n'est pas d'une catégorie déterminée, dans le cas où leur valeur est supérieure à un nombre donné ε. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences conjuguées aux réseaux* C. Note de **M. C. Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Soit M un point qui décrit un réseau C, K une congruence conjuguée au réseau C, μ un point de K qui décrit un réseau. Les plans tangents en M et en μ se coupent suivant une droite RS qui décrit une congruence harmonique aux réseaux M et μ. La congruence RS, étant harmonique à un réseau C, sera O, 2O ou 3O; par conséquent le réseau μ sera C, 2C ou 3C, donc :

» *Les réseaux conjugués à une congruence* K *sont* C, 2C *ou* 3C.

» Il reste à montrer comment se répartissent ces divers réseaux. Pour cela, considérons un déterminant orthogonal à cinq lignes. (Voir mon Mémoire qui doit paraître très prochainement dans les *Annales de l'École normale*.)

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_5 \\ y_1 & y_2 & \dots & y_5 \\ z_1 & z_2 & \dots & z_5 \\ \xi_1 & \xi_2 & \dots & \xi_5 \\ \eta_1 & \eta_2 & \dots & \eta_5 \end{vmatrix},$$

où les éléments satisfont aux relations

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial x_i}{\partial u} = a\xi_i, \quad \frac{\partial y_i}{\partial u} = e\xi_i, \quad \frac{\partial z_i}{\partial u} = g\xi_i \\ &\frac{\partial x_i}{\partial v} = b\eta_i, \quad \frac{\partial y_i}{\partial v} = f\eta_i, \quad \frac{\partial z_i}{\partial v} = k\eta_i \\ &\frac{\partial \xi_i}{\partial u} = -ax_i - ey_i - gz_i - m\xi_i, \quad \frac{\partial \xi_i}{\partial v} = n\eta_i \\ &\frac{\partial \eta_i}{\partial u} = m\xi_i, \quad \frac{\partial \eta_i}{\partial v} = -bx_i - fy_i - kz_i - n\xi_i \end{aligned}\right\} \quad (i = 1, 2, \ldots, 5),$$

avec les conditions de compatibilité

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial a}{\partial v} = bm, \quad \frac{\partial e}{\partial v} = fm, \quad \frac{\partial g}{\partial v} = km, \\ &\frac{\partial b}{\partial u} = an, \quad \frac{\partial f}{\partial u} = en, \quad \frac{\partial k}{\partial u} = gn, \\ &\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} + ab + ef + gk = 0. \end{aligned}\right.$$

» Déterminons ensuite un point $M(X_1, \ldots, X_5)$ de l'espace à cinq dimensions qui décrit un réseau O correspondant au déterminant Δ. On aura

$$(3)\quad \frac{\partial X_i}{\partial u} = h\xi_i, \quad \frac{\partial X_i}{\partial v} = l\eta_i \quad (i = 1, 2, \ldots, 5),$$

avec les conditions

$$(4)\quad \frac{\partial h}{\partial v} = lm, \quad \frac{\partial l}{\partial u} = hn.$$

» Si nous prenons, dans l'espace à cinq dimensions, un point

$$N(Y_1, \ldots, Y_5)$$

dont les coordonnées sont

$$(5)\quad Y_i = X_i + x_i Z_1 + y_i Z_2 + z_i Z_3,$$

on aura, en différentiant,

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y_i}{\partial u} &= x_i \frac{\partial Z_1}{\partial u} + y_i \frac{\partial Z_2}{\partial u} + z_i \frac{\partial Z_3}{\partial u} + \xi_i (h + aZ_1 + eZ_2 + gZ_3), \\ \frac{\partial Y_i}{\partial v} &= x_i \frac{\partial Z_1}{\partial v} + y_i \frac{\partial Z_2}{\partial v} + z_i \frac{\partial Z_3}{\partial v} + \eta_i (l + bZ_1 + fZ_2 + kZ_3). \end{aligned}$$

Si, donc, on établit entre Z_1, Z_2, Z_3 les relations

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &h + aZ_1 + eZ_2 + gZ_3 = 0, \\ &l + bZ_1 + fZ_2 + kZ_3 = 0, \end{aligned}\right.$$

on aura

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial Y_i}{\partial u} &= x_i\frac{\partial Z_1}{\partial u} + y_i\frac{\partial Z_2}{\partial u} + z_i\frac{\partial Z_3}{\partial u},\\ \frac{\partial Y_i}{\partial v} &= x_i\frac{\partial Z_1}{\partial v} + y_i\frac{\partial Z_2}{\partial v} + z_i\frac{\partial Z_3}{\partial v}\end{aligned}\right.$$

et, par suite,

$$(8)\qquad dY_1^2 + dY_2^2 + dY_3^2 + dY_4^2 + dY_5^2 = dZ_1^2 + dZ_2^2 + dZ_3^2.$$

» Appelons N le point de l'espace à trois dimensions qui a pour coordonnées Z_1, Z_2, Z_3. Si u et v sont fixes, le point N décrit une droite D dont les équations sont les équations (6). Cette droite D décrit donc une congruence (D) dont les deux plans focaux sont représentés par les équations (6) à cause des conditions (8) et (4). Au point N on fait correspondre dans l'espace à cinq dimensions le point N′, à la droite D une droite D′, à la congruence (D) une congruence (D′). Les points correspondants N et N′ décrivent des surfaces applicables. D'ailleurs, de toutes les formules qui précèdent on déduit

$$(9)\qquad \frac{\partial^2 Y_i}{\partial u\,\partial v} = x_i\frac{\partial^2 Z_1}{\partial u\,\partial v} + y_i\frac{\partial^2 Z_2}{\partial u\,\partial v} + z_i\frac{\partial^2 Z_3}{\partial u\,\partial v}.$$

Donc les réseaux conjugués se correspondent sur les congruences (D) et (D′). Ces congruences (D) et (D′) seront appelées des *congruences applicables*. Coupons la congruence D′ par le plan

$$Y_4 + \sqrt{-1}\,Y_5 = \text{const.}$$

» Le point d'intersection N′ décrira un réseau; on aura ici

$$dY_1^2 + dY_2^2 + dY_3^2 = dZ_1^2 + dZ_2^2 + dZ_3^2.$$

Donc le point correspondant N décrit un réseau C. La congruence (D) est donc une congruence K. Je démontrerai, dans la deuxième partie de mon Mémoire, qu'inversement toute congruence K est applicable sur une congruence K′ de l'espace à cinq dimensions. Ce qui précède met immédiatement en évidence les résultats suivants :

» *Les réseaux* C *d'une congruence* K *correspondent aux points d'intersection de* K′ *avec les plans*

$$p_1Y_1 + p_2Y_2 + \ldots + p_5Y_5 = \text{const.},\qquad p_1^2 + p_2^2 + \ldots + p_5^2 = 0.$$

» *Les réseaux* 2 C *correspondent aux points d'intersection de* K′ *avec*

le plan

$$p_1 Y_1 + \ldots + p_5 Y_5 = \text{const.}, \qquad p_1^2 + p_2^2 + \ldots + p_5^2 = 0.$$

» *Les autres réseaux sont des réseaux* $\mathcal{K}$ *en général.*

» Dans une prochaine Note, je chercherai dans quel cas une congruence K est en même temps une congruence O; en outre, j'étudierai les congruences K qui sont de plusieurs manières applicables sur des congruences K'.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. Darboux.

« De même que les équations du second ordre, les équations d'ordre supérieur admettent, dans certains cas, des intégrales particulières, s'exprimant à l'aide d'une fonction arbitraire d'une variable caractéristique, et des dérivées de cette fonction en nombre limité.

» Ces intégrales peuvent être déterminées par une suite de transformations analogues à celle de Laplace. Mais, tandis que, pour les équations du second ordre, la transformée est également du second ordre, dans les équations d'ordre supérieur l'ordre augmente en général à chaque transformation.

» Par exemple, si l'on part d'une équation d'ordre n pour laquelle la variable x est caractéristique simple, on en déduira une équation d'ordre $n+n-2$ admettant x comme variable caractéristique d'ordre $n-1$. Parmi les multiples transformations auxquelles on pourrait assujettir celle-ci, il y en a une qui est plus particulièrement liée à l'équation primitive et qui conduit à une seconde transformée d'ordre $n+2(n-2)$, admettant x comme caractéristique multiple d'ordre $1+2(n-2)$.

» En général, l'ordre de l'équation transformée et l'ordre de multiplicité de la caractéristique x augmentent de $n-2$ à chaque opération; mais, dans certains cas particuliers, l'augmentation peut être moindre; il peut même arriver que l'équation proposée et les transformées soient indéfiniment du même ordre. Les principales propriétés de l'équation relativement à la transformation considérée se reflètent dans une suite d'invariants analogues à ceux qui ont été introduits par M. Darboux pour le second ordre.

» Considérons une équation d'ordre n admettant x comme variable caractéristique simple

$$(1) \qquad D(z) = \sum \frac{n!}{i!\,k!\,(n-i-k)!} A_{ik} \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k} = 0.$$

On a $A_{n,0} = 0$ et $A_{n-1,1} \neq 0$. Nous supposerons ce dernier coefficient égal à l'unité.

» Le multiplicateur différentiel de $\frac{\partial^{n-1} z}{\partial x^{n-1}}$ est égal à

$$n\left(\frac{\partial}{\partial y} + A_{n-1,0}\right).$$

Nous sommes conduits à généraliser la transformation de Laplace en posant

$$(2) \qquad \frac{\partial z}{\partial y} + A_{n-1,0}\, z = z_1.$$

» Effectuons d'abord la transformation suivante :

$$(3) \qquad z\, e^{\int A_{n-1,0}\, dy} = u.$$

Nous obtiendrons une nouvelle équation pour laquelle la transformation de Laplace sera définie par

$$\frac{\partial u}{\partial y} = u_1 = z_1\, e^{\int A_{n-1,0}\, dy}.$$

» Dans l'équation en u, les termes qui contiennent un symbole de dérivation par rapport à y s'expriment immédiatement à l'aide de u_1 et de ses dérivées. Il ne restera d'irréductible que les termes qui contiennent u, ou ses dérivées par rapport à x. En les faisant passer dans le second membre, nous pourrons donc écrire l'équation sous la forme

$$(4) \qquad \Delta(u_1) = \lambda_0 \frac{\partial^{n-2} u}{\partial x^{n-2}} + \frac{n-2}{1} \lambda_1 \frac{\partial^{n-3} u}{\partial x^{n-3}} + \ldots + \lambda_{n-2}\, u,$$

$\Delta(u_1)$ étant une expression différentielle contenant les dérivées de u_1 jusqu'à l'ordre $n-1$ et dans laquelle le coefficient de $\frac{\partial^{n-1} u_1}{\partial x^{n-1}}$ est égal à n. Je suppose $\lambda_0 \neq 0$ laissant de côté les cas où la chaîne des λ serait *raccourcie*

ou *rompue*. Formons les expressions

$$h_0 = \lambda_0,$$

$$(5)\qquad h_p = \begin{vmatrix} \lambda_0 & \lambda_1 & \dots & \lambda_p \\ \frac{\partial \lambda_0}{\partial y} & \frac{\partial \lambda_1}{\partial y} & \dots & \frac{\partial \lambda_p}{\partial y} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial^p \lambda_0}{\partial y^p} & \frac{\partial^p \lambda_1}{\partial y^p} & \dots & \frac{\partial^p \lambda_p}{\partial y^p} \end{vmatrix} \qquad (p = 0, 1, 2, \dots, n-2).$$

» Elles jouissent de la propriété suivante :

» Quand on effectue un changement de fonction et de variables indépendantes

$$z = kz', \qquad x = \varphi(x'), \qquad y = \psi(x', y'),$$

qui conserve à la fois la forme linéaire de l'équation et les caractéristiques $x =$ const., le déterminant h_p se reproduit multiplié par la puissance $\frac{(p-1)(p-2)}{2}$ ieme du déterminant fonctionnel $\frac{\partial x}{\partial x'} \cdot \frac{\partial y}{\partial y'}$.

» L'équation en u_1 sera, en général, comme nous l'avons déjà dit, d'ordre $n + (n-2)$. On la transformera, en posant

$$u_2 = \lambda_0 \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{u_1}{\lambda_0}\right),$$

et l'on trouvera une nouvelle suite de $n-1$ invariants. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème de Riemann*. Note de M. **Ludwig Schlesinger**, présentée par M. Poincaré.

« Dans son Mémoire posthume *Zwei allgemeine Sätze über lineäre Differentialgleichungen*, Riemann pose un problème que l'on peut énoncer de la manière suivante :

» *Étant donnés, dans le plan de la variable x, les $\sigma + 1$ points $a_1, \dots, a_\sigma, a_{\sigma+1}$, traçons des coupures $l_1, \dots, l_\sigma$ joignant les points $a_1, \dots, a_\sigma$ au point $a_{\sigma+1}$; on demande n fonctions $y_1, y_2, \dots, y_n$ de x, qui se comportent régulièrement pour toutes les valeurs de x, excepté les points a_k, qui subissent les substitutions linéaires données arbitrairement $A_1, A_2, \dots, A_\sigma$, quand x franchit les coupures $l_1, l_2, \dots, l_\sigma$ et qui, aux points a_k, ne deviennent pas infinis d'un ordre infiniment grand.*

» Si je ne me trompe, on n'a pas encore remarqué que la résolution du problème mentionné (dont Riemann ne démontre même pas la possibilité) puisse être donnée à l'aide des mêmes principes qui ont permis à M. Poincaré d'intégrer chaque équation différentielle linéaire par les fonctions ζ fuchsiennes, au moins dans le cas où toutes les racines des équations fondamentales relatives aux substitutions données $A_1, \ldots, A_\sigma$ et à la substitution $A_{\sigma+1} = A_1^{-1} \ldots A_\sigma^{-1}$ ont pour module l'unité. C'est ce que nous allons démontrer.

» Si, pour l'une des substitutions A_k, les racines de l'équation fondamentale correspondante sont des racines de l'unité, et si, de plus, la forme canonique de A_k ne contient que des termes diagonaux, nous désignons par g_k le nombre entier le plus petit, pour lequel toutes ces racines satisfont à l'équation $\omega^{g_k} = 1$. Si, pour une substitution A_k, ces deux conditions ne sont pas satisfaites à la fois, le nombre correspondant g_k sera pris infini. Les A_k, pour lesquels le nombre g_k est fini, vont satisfaire à l'équation $A_k^{g_k} = 1$. Avec les points $a_1, a_2, \ldots, a_{\sigma+1}$ et les nombres $g_1, g_2, \ldots, g_{\sigma+1}$, on peut former une équation

$$(1) \qquad \frac{d^2u}{dx^2} = g(x)u$$

normale (voir Poincaré, *Acta Mathem.*, t. IV, p. 223) admettant les points a_k comme points singuliers, et les valeurs réciproques des g_k comme différences des racines des équations déterminantes correspondantes. Si le type déterminé par (1) est un type fuchsien, il résulte du théorème fondamental de M. Poincaré que ce type contient toujours une équation fuchsienne. Sans avoir recours au théorème de M. Poincaré dans toute sa généralité, par exemple en s'appuyant seulement au cas spécial de ce théorème que j'ai démontré, par une voie différente de celle de M. Poincaré, au Tome 105 du *Journal de Crelle*, on peut dire (voir le § 11 du Mémoire cité de M. Poincaré) qu'il est possible de trouver une équation fuchsienne

$$(2) \qquad \frac{d^2u}{dx^2} = \bar{g}(x)u,$$

appartenant à un type subordonné au type (1) et admettant comme points singuliers, outre les points donnés a_k, encore certains points non donnés. Soit t le groupe des substitutions homogènes et unimodulaires, qu'un système fondamental u_1, u_2 de (2) subit, si x décrit tous les chemins fermés possibles, il est évident que le groupe θ formé des substitutions $A_1, \ldots, A_{\sigma+1}$

comme substitutions fondamentales sera isomorphe au groupe t. Si le groupe fuchsien projectif, correspondant au groupe t, appartient à la deuxième ou à la sixième famille, les substitutions de θ correspondant aux substitutions paraboliques de ce groupe fuchsien seront telles, que les racines de leurs équations fondamentales ont pour modules l'unité.

» Le même subsiste pour le groupe $\bar{\theta}$ unimodulaire et isomorphe à θ. Désignons donc par s_ν les substitutions de t et par S_ν les substitutions correspondantes du groupe $\bar{\theta}$, les séries

$$Z_k(u_1, u_2) = \sum_{\nu=0}^{\infty} S_\nu^{-1}\varphi_k(s_\nu u_1, s_\nu u_2) \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

les $\varphi_k(u_1, u_2)$ étant n fonctions rationnelles et homogènes du degré $(-2m)$ de u_1, u_2, seront absolument convergentes (voir Poincaré, *Acta Mathem.*, t. V, p. 231, 257 et suiv.) à l'intérieur du cercle fondamental, pourvu que le nombre entier positif m soit suffisamment grand. Les fonctions Z_k de x ont, pour seuls points de ramification, les a_k, et elle subissent la substitution $\overline{A_k}$ du groupe $\bar{\theta}$ correspondant à la substitution A_k de θ si x franchit la coupure l_k; elles ont, de plus, encore des points singuliers $b_1, \ldots, b_\rho$ différents des a_k, mais ce ne sont que de simples pôles. En multipliant donc les Z_k par une expression de la forme

$$(x - a_1)^{\lambda_1} \ldots (x - a_\sigma)^{\lambda_\sigma}(x - b_1)^{c'_1} \ldots (x - b_\rho)^{c'_\rho},$$

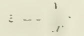
on pourra passer à un système de fonctions $y_1, \ldots, y_n$ satisfaisant au problème de Riemann. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables; application à un cas particulier du problème des trois corps.* Note de MM. **J. Perchot** et **W. Ebert**, présentée par M. Poincaré.

« Nous considérons les deux équations

$$\frac{d^2x}{dt^2} = X(x, y), \qquad \frac{d^2y}{dt^2} = Y(x, y)$$

et nous supposons que X et Y sont des fonctions homogenes de degré -2 en x et y. En posant



$$\xi = \frac{1}{x},$$

nous avons

$$(1) \qquad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{x^2}\varphi(\varepsilon), \qquad \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{1}{x^2}\psi(\varepsilon).$$

» Soit Φ une intégrale première ne contenant pas le temps et développable, dans un certain domaine, suivant les puissances décroissantes des vitesses $x' = \frac{dx}{dt}$ et $y' = \frac{dy}{dt}$. Désignons par Φ_0, Φ_1, Φ_2, ... les différents groupes homogènes en x', y' qui composent Φ; Φ_0 étant l'ensemble des termes de plus haut degré, p. On a

$$\text{const.} = \Phi = \Phi_0 + \Phi_1 + \Phi_2 + \ldots = \Sigma\Phi_i,$$

d'où l'identité

$$(2) \qquad 0 = \sum_i \left(\frac{d\Phi_i}{dx}x' + \frac{d\Phi_i}{dy}y' + \frac{d\Phi_i}{dx'}X + \frac{d\Phi_i}{dy'}Y\right).$$

» Les termes de Φ qui sont de degré m en x', y' introduisent dans cette identité des termes de degrés $m-1$ et $m+1$ par rapport à ces mêmes quantités; les premiers proviennent des dérivées par rapport aux vitesses, et les seconds des dérivées par rapport aux coordonnées. Il en résulte que Φ_1 est du degré $p-2$ en x', y' et, en général, que Φ_i est du degré $p-2i$.

» La transformation

$$x = \lambda x_1, \qquad y = \lambda y_1, \qquad t = \lambda^{\frac{3}{2}} t,$$
$$x' = \frac{x'_1}{\sqrt{\lambda}}, \qquad y' = \frac{y'_1}{\sqrt{\lambda}}$$

ne modifie pas les équations (1); elle introduit donc dans tous les termes de l'intégrale Φ, supposée indécomposable, une même puissance de λ.

» Les Φ_i sont homogènes par rapport aux vitesses et leurs degrés décroissent de deux unités; ils doivent donc être encore homogènes par rapport aux coordonnées et leurs degrés, en x, y, doivent décroître d'une unité.

» En désignant par p et q les degrés de Φ_0 par rapport aux vitesses et aux coordonnées, par ϑ le rapport $\frac{y'}{x'}$, nous avons

$$\Phi_0 = x'^p x^q F_0(\varepsilon, \vartheta),$$
$$\Phi_i = x'^{p-2i} x^{q-i} F_i(\varepsilon, \vartheta);$$

les F_i représentent des fonctions quelconques de ε et ϑ.

» Nous posons

$$F_i(\varepsilon, \mathfrak{z}) = (\mathfrak{z} - \varepsilon)^{q-i} G_i(\varepsilon, \mathfrak{z}).$$

L'intégrale Φ devient ainsi

$$\text{const.} = x'^p x^q (\mathfrak{z} - \varepsilon)^q G_0(\varepsilon, \mathfrak{z}) + x'^{p-2} x^{q-1} (\mathfrak{z} - \varepsilon)^{q-1} G_1(\varepsilon, \mathfrak{z}) + \ldots.$$

» Les termes de degré $p + 1$ en x', y', dans l'identité (2), proviennent uniquement des dérivées de Φ_0 par rapport aux coordonnées ; il en résulte que

$$\frac{dG_0}{d\varepsilon} = 0.$$

G_0 ne contenant que $\mathfrak{z}$, l'ensemble des termes du plus haut degré, par rapport aux vitesses, dans l'intégrale considérée, est de la forme

$$x'^{p-q}(xy' - yx')^q \, G\left(\frac{y'}{x'}\right).$$

» En égalant à zéro les termes de l'identité (2), qui sont du degré $p - 1$ en x', y', on trouve

$$0 = p\, G_0(\mathfrak{z})\, \varphi(\varepsilon) + [\psi(\varepsilon) - \mathfrak{z}\varphi(\varepsilon)] \left[\frac{dG_0(\mathfrak{z})}{d\mathfrak{z}} + \frac{q\, G_0}{\mathfrak{z} - \varepsilon}\right] + \frac{dG_1}{d\varepsilon}.$$

Cette équation permet de déduire G_1 de G_0 par une quadrature.

» On a, de même, entre G_i et G_{i+1}, la relation

$$0 = (p - 2i)\varphi(\varepsilon).G_i(\mathfrak{z}, \varepsilon) + [\psi(\varepsilon) - \mathfrak{z}\varphi(\varepsilon)] \left[\frac{dG_i(\mathfrak{z}, \varepsilon)}{d\mathfrak{z}} + \frac{(q-i)\, G_i(\mathfrak{z}, \varepsilon)}{\mathfrak{z} - \varepsilon}\right] + \frac{dG_{i+1}(\mathfrak{z}, \varepsilon)}{d\varepsilon}.$$

» Connaissant le premier terme d'une intégrale de la forme considérée, on peut donc, par des quadratures successives, déterminer tous les autres. En supposant que Φ_0 soit un polynome en x', y', on serait déjà conduit, en général, pour Φ_1, à une expression transcendante.

» Le problème des trois corps, dans le cas où les points se déplacent sur une droite fixe, conduit à un système de deux équations de la forme considérée. Nous nous proposons de donner, pour ces équations, la forme de Φ_1.

» Soient m_1, m_2, m_3 les masses des trois corps A, B, C.

» En posant

$$AB = x, \qquad AC = y,$$

les équations du problème sont

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -\frac{m_1 + m_2}{x^2} - \frac{m_3}{y^2} + \frac{m_3}{(y - x)^2}, \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= -\frac{m_2}{x^2} - \frac{m_1 + m_3}{y^2} - \frac{m_2}{(y - x)^2}; \end{aligned}\right.$$

et, par suite, avec les mêmes notations que plus haut,

$$\varphi(\varepsilon) = -(m_1 + m_2) - \frac{m_3}{\varepsilon^2} + \frac{m_3}{(\varepsilon - 1)^2},$$

$$\psi(\varepsilon) = -m_2 - \frac{m_1 + m_3}{\varepsilon^2} - \frac{m_2}{(\varepsilon - 1)^2}.$$

» En désignant par $C_1(\mathfrak{z})$ une fonction indéterminée de $\mathfrak{z}$, on trouve, après avoir effectué les quadratures,

$$\begin{aligned} G_1(\mathfrak{z}, \varepsilon) = C_1(\mathfrak{z}) &+ \left[\mathfrak{z}\frac{dG_0(\mathfrak{z})}{d\mathfrak{z}} - p\,G_0(\mathfrak{z})\right]\left[\frac{-m_3}{\varepsilon(\varepsilon-1)} - (m_1 + m_2)\varepsilon\right] \\ &- \frac{dG_0(\mathfrak{z})}{d\mathfrak{z}}\left[\frac{m_2\varepsilon + (m_1 + m_3)(\varepsilon - 1)}{(\varepsilon - 1)} - m_2\varepsilon\right] \\ &- q\,G_0(\mathfrak{z})\left\{\frac{m_2 + m_3\mathfrak{z}}{(\mathfrak{z}-1)(\varepsilon-1)} + \frac{m_1 + m_3 - m_3\mathfrak{z}}{\mathfrak{z}\varepsilon} - \frac{m_2 + \mathfrak{z}m_3}{(\mathfrak{z}-1)^2}\log\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)\right. \\ &\qquad + [m_2 - \mathfrak{z}(m_1 + m_2)]\log\varepsilon + \left[\frac{m_2 + \mathfrak{z}m_3}{(\mathfrak{z}-1)^2} + \frac{m_1 + m_3 - \mathfrak{z}m_3}{\mathfrak{z}^2}\right. \\ &\qquad \left.\left. + m_2 - \mathfrak{z}(m_1 + m_2)\right]\log\left(1 - \frac{\mathfrak{z}}{\varepsilon}\right)\right\}. \end{aligned}$$

» Il existe donc dans $G_1(\mathfrak{z}, \varepsilon)$ et, par suite, dans Φ_1 des transcendantes, qui contiennent les coordonnées et les vitesses, et l'une d'elles n'est développable, dans aucun domaine, suivant les puissances de ces quantités. Si q était nul, ces transcendantes n'existeraient pas dans G_1, mais elles seraient dans $G_2(\mathfrak{z}, \varepsilon)$.

» On conçoit ainsi, dans un cas particulier du problème des trois corps, certaines causes de la non-existence des intégrales uniformes ou algébriques, par rapport aux vitesses ou aux coordonnées. »

OPTIQUE. — *Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du quartz.* Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. A. Cornu.

« La partie calorifique des spectres lumineux a fait l'objet de nombreux travaux, surtout en Allemagne, dans ces dernières années; mais les auteurs, préoccupés surtout d'obtenir des résultats, n'ont pas fait progresser les méthodes de recherche au point de vue de la précision. C'est Mouton qui a donné les premiers résultats précis [1] : il utilise comme repères les franges d'un spectre cannelé de Fizeau et Foucault, obtenu en interposant une lame de quartz entre un polariseur et un analyseur. La lame est

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 967, 1078, 1189; 1879.

taillée parallèlement à l'axe optique du cristal et sa section principale est à 45° de celles du polariseur et de l'analyseur, qui sont, ou parallèles, ou perpendiculaires entre elles.

» On fait trois déterminations expérimentales, savoir :

» 1° Épaisseur de la lame de quartz (e);

» 2° Indices ordinaire (n) et extraordinaire (n') de chaque repère, à l'aide d'un prisme de quartz (et d'un appareil thermoscopique dans la partie infra-rouge);

» 3° Une simple numération des franges fait connaître la différence de phase φ établie entre les deux rayons par la lame de quartz.

» Ces données permettent de calculer les longueurs d'onde des repères par la formule

$$\lambda = \frac{(n' - n)e}{\varphi}.$$

» Dès lors la même lame de quartz permet d'étudier la dispersion fournie par un prisme quelconque. C'est ainsi que j'ai étudié, notamment, le spath d'Islande [1].

» Dans mes premières recherches, je me suis contenté de prendre pour base les résultats de Mouton sur la biréfringence infra-rouge du quartz; mais, une suite de perfectionnements [2] m'ayant permis de pousser la précision plus loin et de donner pour les indices de réfraction cinq chiffres décimaux au lieu de quatre, il devenait nécessaire de revenir sur le travail de Mouton.

» Les mesures ont été faites au laboratoire d'Enseignement de M. Bouty, à la Sorbonne, avec le grand goniomètre construit par M. Gautier, à l'aide d'un bolomètre et d'un galvanomètre exécutés par mes soins au laboratoire. Les résultats sont consignés dans les colonnes λ, n, n' des Tableaux I et II. Pour les représenter, j'ai dû modifier légèrement les deux formules de dispersion que j'ai calculées antérieurement [3]; mais ces modifications n'atteignent que très légèrement la partie rouge du spectre visible et nullement les autres parties du spectre visible ou ultra-violet.

» La formule de dispersion est celle-ci :

$$\frac{1}{n^2} = dl^{-4} + bl^{-2} + a + cl^2 + c'l^4,$$

---

(1) *Thèse* (*Annales de l'École Normale. Supplément* pour 1890).

(2) *Spectres calorifiques* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV; 1895).

(3) *Thèse* (*Annales de l'École Normale. Supplément* pour 1890).

avec

	Rayon ordinaire (n).		Rayon extraordinaire (n').
d......	$-0,000000164$	d......	$-0,0000001253$
b......	$-0,0008222$	b......	$-0,0008256$
a......	$+0,424306$	a......	$+0,419466$
c......	$+0,004755$	c......	$+0,004945$
c'......	$+0,000080$	c'.....	$+0,000080$

» Les deux colonnes O — C qui font suite aux colonnes n et n', dans les Tableaux I et II, font connaître les différences n obs. — n calc., puis n' obs. — n' calc. La colonne $n' - n$ représente la biréfringence observée du quartz. La colonne O — C qui lui fait suite donne les différences entre les valeurs observées de $n' - n$ et les valeurs calculées en extrapolant la formule établie par M. Macé de Lépinay ([1]) au moyen de ses observations sur le spectre visible et ultra-violet. La concordance remarquable entre mes observations et la formule de M. Macé est une garantie des résultats obtenus d'une façon tout à fait indépendante par ce savant et par moi-même; garantie d'autant plus précieuse que nous nous écartons notablement des résultats de Mouton qui m'avaient inspiré jusqu'ici une confiance exagérée.

TABLEAU I. — *Première lame* : $e = 1^{mm},1016$.

4φ.	λ.	n.	O — C.	n'.	O — C.	$n' - n$.	O — C.
67	μ 0,59855	»	»	1,55298	0	»	»
65	61567	»	»	1,55231	—1	»	»
63	63368	»	»	1,55167	0	»	»
61	65286	»	»	1,55103	0	»	»
59	6731	1,54139	+1	1,55041	0	0,00902	+1
57	6950	1,54078	0	1,54978	0	900	+1
55	7185	1,54017	—1	1,54915	0	898	+1
53	7435	1,53956	—1	1,54852	—1	896	+2
51	7711	1,53895	—1	1,54789	0	894	+1
49	8007	1,53834	—1	1,54725	—1	891	0
47	8325	1,53773	0	1,54661	—1	888	0
45	8671	1,53712	0	1,54598	0	886	0
43	9047	1,53649	+1	1,54532	0	883	0
41	9460	1,53583	0	1,54464	0	881	+1
39	9914	1,53514	0	1,54392	0	878	0
37	1,0417	1,53442	0	1,54317	0	875	0

([2]) *Sur la double réfraction du quartz* (*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. I, p. 1; 1891).

4φ.	λ. (μ)	n.	O — C.	n'.	O — C.	$n - n$.	O — C.
35	1,0973	1,53366	+1	1,54238	+1	872	0
33	1,1592	1,53283	0	1,54152	0	869	+1
31	1,2288	1,53192	+1	1,54057	0	865	0
29	1,3070	1,53090	0	1,53951	0	861	+1
27	1,3958	1,52977	+3	1,53832	+2	855	0
25	1,4972	1,52842	+3	1,53692	+2	850	0
23	1,6146	1,52679	+1	1,53524	+2	845	+2
21	1,7487	1,52485	0	1,53319	—2	834	—1

TABLEAU II. — *Deuxième lame* : $e = 1^{mm},9568$.

4φ.	λ. (μ)	n.	O — C.	n'.	O — C.	$n' - n$.	O — C.
51	1,3195	1,53076	+2	»	»	»	»
49	1,3685	1,53011	—2	1,53869	+2	0,00858	+1
47	1,4219	1,52942	+3	1,53796	+2	854	0
45	1,4792	1,52865	+2	1,53716	+1	851	2
43	1,5414	1,52781	+2	1,53630	+2	849	—2
41	1,6087	1,52687	0	1,53529	—1	842	—1
39	1,6815	1,52583	—1	1,53422	—1	839	+1
37	1,7614	1,52468	+1	1,53301	0	833	0
35	1,8487	1,52335	0	1,53163	—1	828	—1
33	1,9457	1,52184	—2	1,53004	—1	820	0
31	2,0531	1,52005	0	1,52823	+4	818	+5
29	2,1719	1,51799	0	1,52609	+4	810	+5

ÉLECTRICITÉ. — *Influence du fer doux sur le carré moyen de la différence de potentiel aux extrémités d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Un courant oscillatoire de haute fréquence est obtenu dans une bobine B par le procédé ordinaire, en joignant les extrémités du fil aux armatures extérieures de deux petites bouteilles de Leyde, dont les armatures intérieures communiquent avec les pôles d'une bobine de Ruhmkorff. Les boutons de ces bouteilles sont assez voisins pour que l'étincelle éclate entre eux à chaque oscillation du trembleur.

» La fréquence du courant oscillatoire, obtenue d'après la connaissance des capacités et du coefficient de self-induction de B, étant 300 000, si l'on introduit dans l'axe de la bobine B une seconde bobine B′ à une couche de fil fin, on obtient entre les extrémités du fil de cette bobine des étin-

celles de 6^{mm} à 7^{mm}: c'est la disposition de Tesla. Si l'on met ensuite la bobine B' à l'extérieur de la bobine B, de façon que les axes coïncident, la force électromotrice d'induction devient trop faible pour qu'une étincelle éclate entre les extrémités du fil de B'. Or, en mettant à l'intérieur des deux bobines un faisceau de fils de fer doux (de $0^{mm},25$ de diamètre, recouvert de coton pour isoler les brins), assez long pour occuper toute la longueur de l'ensemble des deux bobines, l'étincelle ne se produit pas davantage.

» Cette expérience négative pourrait faire croire que le fer ne s'aimante pas dans un champ magnétique alterné de haute fréquence, puisque dans la bobine B' la variation du flux d'induction est sensiblement nulle. Voici pourtant une autre expérience qui montre que le fer s'aimante dans ces conditions et que son aimantation peut avoir une influence considérable sur certains phénomènes.

» La bobine B' étant supprimée, les extrémités du fil de la bobine B toujours réunies aux armatures extérieures des bouteilles de Leyde, sont mises en relation avec les deux plateaux d'un électromètre-balance très sensible [1]; le déplacement du plateau mobile est observé au moyen d'un microscope à réticule.

» Dès que l'appareil est en activité, le plateau mobile se déplace sous l'influence d'une force électrique proportionnelle au carré moyen U de la différence de potentiel entre les extrémités du fil de la bobine B

$$\left(U = \int_0^1 V^2\, dt\right).$$

» Or j'ai constaté que l'introduction dans la bobine B d'un faisceau de fils de fer doux, à brins isolés, identique ou analogue à celui employé ci-dessus, diminue considérablement la valeur de U.

» Cet effet n'est pas dû aux courants de Foucault dans le fer, car un faisceau semblable en fils de cuivre, introduit dans la bobine, ne produit aucune diminution de U. Bien plus, des masses compactes de laiton ne donnent lieu qu'à une diminution insignifiante de U.

» L'expérience a fourni le même résultat avec trois bobines différentes

---

[1] Cet appareil n'était autre que l'appareil que j'ai décrit (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 773; 1895) pour la mesure des pouvoirs inducteurs spécifiques, dont le plateau fixe inférieur avait été enlevé.

ayant respectivement pour coefficient de self-induction

$$4,604 \times 10^9, \quad 0,01244 \times 10^9 \quad \text{et} \quad 0,000635 \times 10^9,$$

qui, associées aux deux petites bouteilles de Leyde de capacité $1,00 \times 10^{-18}$ et $0,82 \times 10^{-18}$, donnaient respectivement, par seconde, les nombres de périodes 3500, 67300 et 298000.

» Dans le cas de 298000 périodes, la valeur de U, quoique très petite, correspondait à un déplacement du plateau dont on pouvait apprécier la $\frac{1}{50}$ partie; le faisceau de fer doux réduisait la valeur de U dans le rapport de 3 à 1.

» L'introduction du fer donne lieu à un changement très net pour le bruit des étincelles qui éclatent entre les boutons des bouteilles de Leyde.

» Quelques expériences ont été faites en immobilisant le trembleur de la bobine de Ruhmkorff et en lançant dans le primaire de celle-ci le courant d'un alternateur : les résultats ont été les mêmes.

» Ces expériences montrent que la présence d'une quantité de fer, même petite, dans l'axe d'une bobine, ne permet plus de se servir de la formule classique

$$(1) \qquad \frac{d(\mathrm{L}i)}{dt} + \mathrm{R}i + \mathrm{V} = 0 \qquad \left(\text{avec } i = \mathrm{C}\frac{d\mathrm{V}}{dt}\right),$$

pour obtenir l'intensité i du courant oscillant en considérant le coefficient de self-induction L comme une constante.

» Cette formule conduit, en effet, pour la valeur du carré moyen de la différence de potentiel U, dans le cas de L constant, à l'expression $\mathrm{U} = n\,\frac{\mathrm{V}_0^2\mathrm{L}}{2\mathrm{R}}$, dans laquelle n représente le nombre des interruptions du trembleur par seconde, V_0 la différence de potentiel entre les boutons des bouteilles de Leyde au moment où l'étincelle va éclater et R la résistance de la bobine B. Or, L, considéré comme une constante, augmente par la présence du fer dans la bobine, ce qui devrait, d'après la formule ci-dessus, augmenter U, tandis que l'expérience indique une diminution considérable.

» Ce phénomène doit être attribué à l'hystérésis dont la relation (1) ne tient plus compte si l'on considère L comme constant : le flux d'induction dû au fer est en retard de phase sur celui dû au courant seul, et une partie de l'énergie de ce courant est transformée en énergie calorifique dans le fer doux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la température des lampes à incandescence.* Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Mascart.

« J'ai indiqué autrefois (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 690) une méthode purement électrique de mesure de la température des lampes à incandescence et, plus généralement, d'un corps rayonnant quelconque. Cette méthode consiste à étudier : 1° la variation de la résistance de la lampe en fonction de la différence de potentiel aux bornes ; 2° la variation, en fonction du temps, de la résistance d'une lampe qui se refroidit. On en déduit aisément la courbe des watts rayonnés en fonction du temps, et, par suite, le nombre total de joules ou de petites calories abandonnées par la lampe. On pèse alors le filament et, de la formule de M. Violle

$$Q = 0,355t + 0,00006t^2,$$

on déduit la température t (en admettant que le filament est formé de carbone pur).

» Cette méthode a été appliquée, sur mes conseils, par MM. Gindre et Fréauff-Ozenne, alors élèves à l'École supérieure d'Électricité [1] ; la première partie des mesures se fait au moyen d'un ampèremètre et d'un voltmètre et ne présente aucune difficulté ; la seconde est plus délicate ; voici comment elle a été exécutée :

» Un interrupteur spécial permet d'effectuer les opérations suivantes :

» 1° Au temps zéro, le courant de la lampe est rompu ;

» 2° Immédiatement après, la lampe est intercalée dans un circuit auxiliaire comprenant un accumulateur et une boîte de résistances ;

» 3° Au temps t, un contact instantané met en communication les deux bornes de la lampe avec les armatures d'un condensateur ;

» 4° Ce condensateur est déchargé dans un balistique.

» Ces diverses opérations sont exécutées par une glissière qui se meut parallèlement à elle-même entre deux rainures ; les intervalles de temps se mesurent au moyen d'un diapason inscrivant ses vibrations sur un papier enfumé ; il est évident, en effet, qu'à ces hautes températures le refroidissement est très rapide et qu'il est nécessaire de pouvoir mesurer avec précision des fractions de seconde. Un calcul facile permet de trouver alors la résistance de la lampe à un instant quelconque.

» Les expériences ont porté sur quatre lampes A, B, C, D de 65 volts et 10 bougies.

---

(1) Les expériences ont été faites au Laboratoire central d'Électricité.

Je désignerai par t la température, par R_0 la résistance de la lampe à la température ordinaire, par R_t sa résistance à $t°$, par p la masse du filament exprimée en milligrammes, par E la tension aux bornes. Voici les résultats obtenus :

Lampes.	E.	p.	R_0.	$\frac{R_t}{R_0}$.	t.
A............	65	6,3	175	0,53	1720
B............	65	5,35	170	0,54	1610
C............	65	5,2	170	0,52	1630
D............	65	4,8	170	0,53	1620

» On voit que les résultats relatifs aux lampes B, C, D concordent très sensiblement; la lampe A, pour une raison quelconque, donne une température un peu plus élevée.

» Quoi qu'il en soit, les résultats précédents présentent un certain intérêt, étant données les divergences des différents auteurs qui ont traité cette question. H.-F. Weber, en effet, indique des températures ne dépassant guère 1300°, tandis que M. Le Chatelier a donné [1] 1800°. On voit que nos résultats se rapprochent de ces derniers; ils s'en rapprochent même d'autant plus qu'il est permis de penser que nos lampes étaient moins *poussées* que celles de M. Le Chatelier; voici, en effet, les variations de résistances données par cet auteur :

t.	$\frac{R_0}{R_t}$.
15°	1
700	0,75
1000	0,66
1400	0,57
1800	0,49
2100	0,44

» A la température de fonctionnement normal, le rapport $\frac{R_t}{R_0}$ était donc de 0,49 pour les lampes de M. Le Chatelier, tandis que ce même rapport atteignait la valeur 0,53 dans nos expériences : or, à cette valeur 0,53 correspond précisément la température de 1600° dans la Table de M. Le Chatelier.

» La principale cause d'erreur des expériences précédentes réside dans la faiblesse du poids du filament : il serait facile d'y remédier en opérant sur des lampes à bas voltage. On démontre en effet aisément que, à pouvoir

---

[1] *Journal de Physique*, 2e série, t. I, p. 203.

éclairant égal, le poids du filament d'une lampe varie en raison inverse de la puissance $\frac{2}{3}$ de la différence de potentiel aux bornes.

» Des expériences précédentes on peut déduire des courbes de variation de la radiation totale en fonction de la température, mais la question est trop importante pour pouvoir être abordée ici. »

PHYSIQUE. — *Quelques propriétés des cathodes placées dans un champ magnétique puissant.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« Il y a deux ans, M. Birkeland, soumettant un tube à croix de Crookes à un champ magnétique puissant, vit que les rayons cathodiques émis par la croix prise comme cathode, dans un champ magnétique puissant et normal au plan de cette croix, se propageaient suivant les lignes de force. Il vit dans ces conditions se produire deux images de la croix : l'une vers l'aimant, l'autre sur la paroi opposée. Les rayons deviennent alors visibles sur tout leur trajet sous forme d'une traînée rose violet. Les phénomènes sont indépendants du sens du champ magnétique. Quand le champ est assez intense, il se produit une convergence des rayons en un foyer assez puissant pour y fondre le verre. M. Birkeland attribue cette convergence à la non-uniformité du champ, et M. Poincaré a montré que, dans la théorie de l'ionisation, cette convergence devait avoir lieu dans un champ non uniforme. Il a montré que, dans ce cas, la molécule radiante devait se mouvoir sur un cône de révolution. Hittorff avait déjà saisi par la Photographie des faits semblables, et ses expériences viennent d'être répétées avec succès par son élève Precht. J'ai répété des expériences analogues à celles de M. Birkeland, en me plaçant dans le cas de champs variables depuis zéro jusqu'à environ 15000 C.G.S., entre les deux pôles d'un électro-aimant de Faraday, dont le courant excitateur était réglé au moyen d'un rhéostat de Cance.

» *A priori*, les résultats de M. Birkeland doivent être incomplets, car nous savons qu'un rayon cathodique normal à un champ magnétique uniforme suit une trajectoire courbe et située dans un plan normal au champ. Des expériences préliminaires m'ont montré que, dans les champs puissants, les rayons qui s'enroulent autour des lignes de force deviennent invisibles, parce qu'ils ne rencontrent plus de parois.

» J'ai alors fait construire par M. Chabaud une ampoule sphérique de 5^{cm} de diamètre, portant une électrode sphérique centrale de 5^{mm} de diamètre, entourée d'un

écran diamétral en verre; c'est celle-ci qui est toujours prise comme cathode. Deux anodes, situées, l'une dans le plan de l'écran, l'autre dans le plan normal, m'ont montré que la position de l'anode était indifférente pour ces phénomènes.

» L'intensité du champ a une action prépondérante sur les phénomènes; son uniformité est peu importante, car tout reste identique si l'on place l'ampoule dans le champ de deux larges lames de fer, ou dans celui des deux cônes arrondis bien connus.

» Les expériences suivantes ont été faites avec l'écran diamétral parallèle aux lignes de force. Les parties fluorescentes sombres dues aux irrégularités de la cathode permettent de voir que, dès que le champ est excité, les rayons cathodiques semblent s'enrouler autour des lignes de force, dans le sens du courant excitateur. Pour une certaine valeur du champ, les parois latérales du tube cessent d'être lumineuses, toute l'illumination se reporte sur l'écran diamétral. Puis subitement (¹) un jet lumineux intense semble jaillir de la cathode et illuminer l'écran diamétral jusqu'à la paroi, où il produit une petite tache à peu près circulaire. Il a 2^{mm} de large environ, et est plus ou moins excentré par rapport à la cathode suivant le degré de vide, mais toujours très légèrement. De chaque côté de cette ligne lumineuse s'étend un espace obscur, au delà duquel on voit la surface illuminée, limite du phénomène cathodique antérieur, qui a la forme dite *en chapeau de gendarme*. Fait très curieux, celle de ces deux dernières surfaces lumineuses qui correspond aux rayons émis par la cathode au-dessus de l'écran, si l'on suppose que le courant lui arrive par-dessous, possède une fluorescence jaune; l'autre possède une fluorescence verte.

» Quand le champ augmente, les deux chapeaux de gendarme se rapprochent du centre et se raccourcissent. La traînée lumineuse axiale devient moins intense, mais la tache qu'elle produit sur la paroi du tube reste aussi forte. D'ailleurs, le gaz lui-même, grâce à la luminescence violette indiquée par M. Birkeland, permet, quand la pression n'est pas trop faible, de la suivre sous forme d'un cylindre très mince, et les irrégularités de la surface de l'écran montrent la fluorescence partout où il y a une surface inclinée sur les lignes de force. L'excentricité du faisceau parallèle au champ n'existe plus. Enfin, pour une valeur assez grande du champ, les phénomènes cathodiques disparaissent presque complètement.

» Quand on incline l'écran sur le champ, on voit l'illumination qui suit la force disparaître de l'écran et la surface lumineuse, engendrée par les rayons qui tournent autour du champ, se modifier. Le canal central obscur s'efface et, pour la position normale au champ, l'illumination, très faible, est nettement circulaire.

» Ceci ne peut rien préjuger sur la forme même de la trajecroire des rayons spiraux dans le champ magnétique. En effet, l'écran diamétral les arrête tous aussitôt qu'ils ont accompli une demi-révolution autour de la ligne de force. Cette expérience nous prouve donc seulement que la cathode sphérique émet des rayons d'espèces différentes, susceptibles de suivre, dans le champ magnétique, des hélices à pas différents.

» Avec un tube à cathode cylindrique de 3^{mm} de diamètre et 2^{cm} de haut, placée parallèlement aux lignes de force, les phénomènes sont aussi de la plus grande netteté. On voit, sur la paroi située dans l'axe de la cathode, une large tache présentant des

---

(¹) M. Birkeland a indiqué, il y quinze jours, l'apparition subite de ce jet (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 586).

rayons sombres dus aux irrégularités de la cathode. Dans le champ magnétique, on voit la tache se rétrécir en même temps que les rayons se courbent, indiquant la trajectoire en hélice des rayons. Puis, pour une certaine valeur du champ, une ligne violette mince, parallèle aux lignes de force, apparaît brusquement et donne une tache cathodique sur la paroi. Quand le champ est assez intense, les deux ordres de rayons sont visibles dans le gaz, et l'on voit nettement l'espace obscur qui les sépare. Si l'on maintient le champ quelque temps, les rayons parallèles au champ fondent la paroi. Ce tube montre d'ailleurs plusieurs propriétés curieuses des rayons cathodiques sur lesquels je n'insisterai pas.

» Tous ces phénomènes se coordonnent parfaitement, si nous admettons le fait connu que la fluorescence, due aux rayons cathodiques, est d'autant plus vive que les rayons sont plus normaux à la surface qu'ils frappent. Dans cette hypothèse, nous voyons qu'une cathode placée dans un champ magnétique émet deux ordres de rayons. Les uns sont la limite des rayons ordinaires et s'enroulent autour du champ; nous les appellerons *rayons de première espèce*. Les autres naissent subitement pour une certaine valeur du champ, commencent par s'enrouler autour de la ligne de force suivant une hélice tracée sur un cylindre très mince et à pas très allongé; nous les appellerons *rayons de seconde espèce*. Quand le champ augmente, deux hypothèses sont possibles : ou bien, les rayons émis restant les mêmes, le pas de ces hélices s'allonge indéfiniment, de manière à avoir pour limite une trajectoire rectiligne du rayon; ou bien l'émission de la cathode elle-même est modifiée de manière à ne plus émettre comme rayons de seconde espèce que des rayons qui suivent exactement la ligne de force. C'est à cette dernière opinion que je me rangerais le plus volontiers, ne sachant comment comprendre la première hypothèse. Quoi qu'il en soit, ces rayons forment un foyer très étroit et très puissant, susceptible de fondre le verre, et cela même dans un champ magnétique uniforme.

» En résumé, il existe deux espèces de rayons cathodiques : ceux de première espèce, qui s'enroulent autour de la ligne de force du champ magnétique, et ceux de seconde espèce qui suivent cette ligne de force. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les aciers au nickel. Variations de volumes des alliages irréversibles.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai soumis à une étude détaillée le fait, signalé par le Dr J. Hopkinson, de l'augmentation de volume des aciers-nickel irréversibles dans leur transformation par le froid.

» Tous les alliages contenant de 0 à 25 pour 100 de nickel semblent soumis à cette transformation irréversible, le passage à l'un des états se produisant entre le rouge sombre et le rouge cerise, et le retour débutant à une température d'autant plus basse que l'alliage contient plus de nickel. Après le recuit, l'alliage est non magnétique et doux; après le refroidissement, il est magnétique et très sec.

» Pour étudier la région de passage du premier au deuxième état, je me suis servi du procédé précédemment décrit, consistant à comparer la règle d'acier-nickel à une barre de laiton qui lui est fixée par une extrémité. Les expériences les plus complètes ont été faites sur une barre contenant 15 pour 100 de nickel environ.

» On chauffait au rouge la barre d'acier, puis, sans la laisser refroidir, on y fixait la règle de laiton. L'ensemble était alors plongé dans un bain d'huile préalablement chauffé vers 200°. On laissait la température s'abaisser lentement et l'on faisait, de temps en temps, une mesure de la différence des deux règles. Après un refroidissement d'une cinquantaine de degrés, on réchauffait le bain et l'on déterminait les variations de longueur de la règle à température ascendante d'abord, puis dans le refroidissement qui suivait. Les mesures, très longues, ont été interrompues plusieurs fois et reprises à des jours différents.

» J'ai constaté en premier lieu que la dilatation de l'alliage étudié à l'état non magnétique est presque identique à celle du laiton, comme l'avait annoncé M. A. Le Chatelier. Puis, lorsque la température de 130° est atteinte, la barre commence à s'allonger en se refroidissant, et sa variation atteint bientôt 40^{μ} par degré et par mètre. Cette augmentation de longueur a été suivie ainsi jusqu'à −60°. Le refroidissement n'a pu être poussé plus loin, mais la forme de la courbe dans ses dernières parties montre que la transformation était à peu près complète.

» Si, au cours de la transformation pendant laquelle la règle s'allonge en se refroidissant, on élève la température, elle s'allonge encore suivant une fonction sensiblement linéaire; elle se comporte alors comme tout autre métal ou alliage, tant que l'on ne revient pas au point où le réchauffement a commencé. Si l'on repasse, en descendant, par cette température, la contraction cesse brusquement et l'augmentation de volume recommence à se manifester en suivant exactement la courbe au point où on l'avait abandonnée.

» Toutefois, aux températures basses, le phénomène peut se passer différemment. En opérant, comme il vient d'être dit, sur une règle contenant 24 pour 100 de nickel, et dont la transformation commence au-dessous de

zéro, j'ai vu, après un réchauffement de quelques degrés seulement, la barre se contracter régulièrement en traversant la courbe de transformation à la température où elle l'avait quittée. On a pu refroidir alors, dans certains cas, d'une quinzaine de degrés encore, sans que la contraction cessât de se produire; puis, subitement, la règle s'est allongée et a atteint en quelques secondes un point voisin de celui auquel elle serait arrivée si l'on avait refroidi sans interruption.

» On avait pu amener ainsi l'alliage à un état d'équilibre instable analogue à celui qui existe dans la surfusion, puis, cet équilibre une fois rompu en un point quelconque, la règle entière s'est transformée brusquement. Un phénomène analogue, quoique moins accusé, a pu être observé avec la barre à 15 pour 100 de nickel, à partir de — 30°.

» D'ailleurs, la transformation n'est jamais complète dès le premier moment, au moins aux températures basses. Une règle, amenée, par exemple, de 200° à 0° et abandonnée à cette température pendant plusieurs jours, donne des résultats un peu différents au réchauffement et au refroidissement, et dans les mesures de dilatation ne revient pas immédiatement à l'état où on l'avait reprise.

» A chaque degré de la transformation correspond un coefficient de dilatation différent. Une même barre peut ainsi posséder une dilatation comprise entre 10 et 20 millionièmes environ, et qui conserve indéfiniment la même valeur. La variation à partir de la valeur maxima est sensiblement proportionnelle à la variation de longueur déjà produite par le refroidissement.

» Ces expériences et d'autres analogues nous montrent que les aciers au nickel irréversibles peuvent posséder, entre des limites de températures étendues, une infinité d'équilibres, qu'ils conservent presque sans modifications tant que l'alliage ne coupe pas, aux températures élevées ou basses, deux courbes de transformation le long desquelles toutes ses propropriétés changent graduellement et simultanément.

» Ils possèdent, de plus, des équilibres instables qui peuvent être rompus brusquement, et auxquels une transformation presque instantanée met un terme. Au cours de ce phénomène, on voit souvent une barre de 1^{m} de longueur s'allonger en quelques secondes de près de 1^{mm}. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel.* Note de M. **Eugène Dumont**, présentée par M. A. Cornu.

« Au cours de son travail d'ensemble sur les aciers au nickel, M. Ch.-Éd. Guillaume [1], a étudié celles de leurs propriétés magnétiques propres à servir de base à une classification et à une théorie de ces alliages. C'est lui le premier qui fit, d'une manière rigoureuse, la distinction entre les alliages réversibles et les irréversibles.

» Préoccupé surtout de l'étude métrologique des nouveaux aciers, M. Guillaume m'engagea à en étudier en détail les propriétés magnétiques. Je tiens à le remercier sincèrement pour ses excellents conseils.

» J'ai déterminé pour douze alliages, en valeur absolue, la perméabilité magnétique pour des champs compris entre 14 et 50 unités C. G. S., et pour des températures comprises entre $-78°$ et $+250°$.

» Les divers alliages ont été étudiés sous la forme de fils d'environ $0^{mm},5$ soigneusement recuits. Ils étaient placés dans une bobine annulaire creuse, coupée en un point par une fente de 7^{mm}, permettant l'introduction des alliages. Sur la bobine étaient enroulés 1356 tours de fil isolé à l'amiante, pour le passage du courant destiné à créer le champ magnétique. Dans la région diamétralement opposée à la fente, 805 tours de fil fermant le circuit d'un galvanomètre balistique permettaient de mesurer l'induction. Le tout était placé dans un bain d'air.

» J'ai suivi la méthode décrite par M. Ewing et Melle Klaassen [2] et j'ai fait parcourir aux divers alliages plusieurs cycles d'aimantation indéfiniment répétés entre des valeurs de champ égales et de signes contraires.

» Les huit alliages réversibles, dont j'ai fait l'étude, renfermaient 44, 39,4, 35,5, 35,2, 34,6, 30,4, 28, 26,2 pour 100 de nickel; ils présentent des propriétés magnétiques analogues comme on peut le voir dans les diagrammes.

» Le premier (*fig.* 1), qui donne les variations de μ avec la température, pour le champ maximum, montre que tous les alliages se transforment graduellement. (Les parties pointillées terminant les deux dernières courbes sont extrapolées.)

» Le deuxième (*fig.* 2) contient les courbes des variations de μ avec le champ pour la température de $20°$.

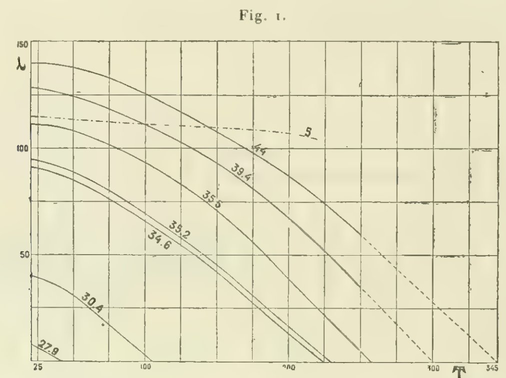
---

(1) Ch.-Ed. Guillaume, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1515; 5 avril 1897.

(2) Ewing, *The Electrician*, 15 mai 1891 et *Lumière électrique*, t. XL, p. 519.

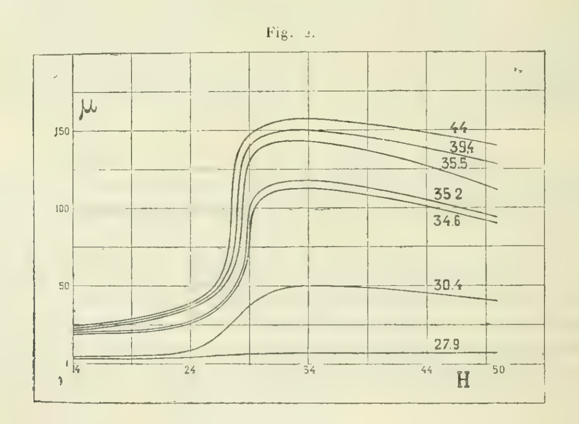
» La perméabilité augmente insensiblement jusqu'à H = 25, puis croît très rapidement pour passer par un maximum correspondant au champ 36, et diminue lentement au delà.

Fig. 1.



» On a porté, dans le diagramme (*fig.* 3), les courbes de perméabilité en fonction de la teneur en nickel, correspondant à diverses températures.

Fig. 2.



» J'indiquerai, à titre d'exemple, dans le Tableau suivant, les valeurs de μ pour l'alliage à 35,2 pour 100 de nickel, aux diverses températures et pour les différents champs.

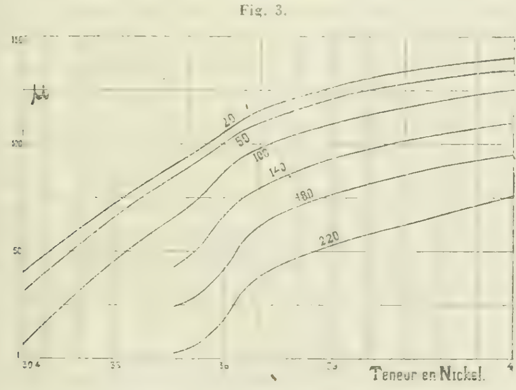
Températures.	H = 50.	H = [illegible]	H = [illegible]	H = [illegible]	H = [illegible]	H = 14.
20°..........	95	119	96	31,2	23	21
30..........	94,2	118,5	95	30,9	22,2	20,2
50..........	89,5	117,5	93,5	29,4	20	19
70..........	83	115	89	27,2	18,2	17,1
100..........	70,5	108	81	24,5	15,2	14,4
130..........	56	99	75,5	21	13	11,5
160..........	40,2	82,5	61	16,2	8,2	8,1
190..........	23,5	53	37	10,4	5	5
220..........	6	15,5	9	3,6	1,5	1,3

» L'inspection du diagramme (*fig.* 1) montre que les courbes correspondant aux divers alliages sont sensiblement parallèles, et l'on en déduit la relation suivante d'une remarquable simplicité :

» *A égale distance du point de perte totale de magnétisme, tous les alliages réversibles ont même perméabilité magnétique.*

» En combinant les résultats contenus dans le diagramme (*fig.* 3) avec

Fig. 3.



les formules données par M. Guillaume, et indiquant la relation entre la teneur et la température de perte totale du magnétisme, on trouve que, à toute température : *la perméabilité pour les alliages contenant* 27 *à* 44 *pour* 100 *de nickel augmente avec la teneur en nickel.*

» Les résultats qui précèdent se rapportent, comme je l'ai dit, aux alliages recuits. Deux fils contenant respectivement 39,4 et 44 pour 100 de nickel ont donné une perméabilité constante entre 0° et 250°. Un alliage

contenant du chrome a présenté un point de perte totale du magnétisme plus bas que les alliages de même teneur en nickel non chromé ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du glucinium par électrolyse.* Note de M. **P. Lebeau** ([2]), présentée par M. Henri Moissan.

« En 1828, Bussy et Wöhler isolèrent presque simultanément le glucinium en faisant réagir le potassium sur son chlorure. Depuis cette époque la préparation de ce métal a fait l'objet de nombreuses tentatives et est restée, malgré cela, une expérience de laboratoire assez délicate. Nous rappellerons en particulier les recherches de Debray sur ce sujet. Les propriétés physiques et chimiques dissemblables attribuées au glucinium par les différents savants qui l'ont préparé nous ont conduit à rechercher un procédé permettant de l'obtenir dans un état toujours comparable à lui-même, et d'une pureté constante. La réaction généralement employée dans cette préparation consistait à faire réagir un métal alcalin, potassium ou sodium, sur le chlorure de glucinium (Bussy, Wöhler, Debray, Nilson et Peterson, Reynold, Humpidge), ou sur le fluorure double de glucinium et de potassium (Kruss et Morath) ([3]).

» Quelques essais en vue d'obtenir le métal par l'électrolyse ont été tentés. MM. Nilson et Peterson ([4]), ne purent décomposer le chlorure et reconnurent que ce corps ne se laissait pas traverser par le courant. M. Borchers ([5]) dit avoir obtenu du glucinium en décomposant le chlorure triple de glucinium, de potassium et d'ammonium par un courant de 1000 ampères par mètre carré d'électrode et 5 volts, mais il ne décrit pas le métal obtenu. Enfin M. Warren ([6]) prétend fabriquer le glucinium in-

([1]) Cette étude a été faite au laboratoire de Physique de l'Université de Genève. Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance à MM. les professeurs C. Soret et A. Rilliet, pour les précieux conseils qu'ils n'ont cessé de me donner au cours de ce travail.

([2]) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

([3]) Kruss et Morath, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCLX, p. 187.

([4]) Nilson et Peterson, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 426.

([5]) Borchers, *Zeits. für Electrochemie*, 1895.

([6]) Warren, *Chemical news*, t. LXXII, p. 310.

dustriellement en électrolysant le bromure de glucinium au moyen d'un courant de 8 ampères sous 12 volts. Le métal obtenu, transformé en objets d'art, serait actuellement en possession de l'émir d'Afghanistan. Le bromure de glucinium employé par M. Warren était vraisemblablement impur, car nous avons reconnu que les sels halogènes de glucinium fondus ne conduisaient pas le courant.

» Les composés que forment le chlore, le brome et l'iode avec le glucinium sont assez difficiles à obtenir et leur altération rapide en présence de l'eau les rend d'un emploi peu pratique. Nous avons pensé que le fluorure de glucinium, dont les propriétés sont mal connues, pouvait présenter quelques avantages. Nous avons réussi à préparer ce composé à l'état de pureté; il fond très facilement, donne un bain d'une grande transparence; mais malheureusement ne se laisse nullement traverser par le courant. L'addition de fluorure de sodium ou de potassium le rend conducteur, et le glucinium peut en être séparé par électrolyse.

» Marignac ([1]) a étudié au point de vue cristallographique les fluorures doubles que forme le fluorure de glucinium avec les métaux alcalins, et a obtenu les composés de la forme GF^2, 2MF et GF^2 MF. Les sels de sodium notamment, GF, 2NaF et GF, NaF, conviennent parfaitement; le premier fond vers 350° en donnant par refroidissement une masse vitreuse transparente; le second, qui fond vers le rouge sombre, fournit au contraire une masse blanche à cassure cristalline. Ce dernier sel, étant moins résistant, sera choisi de préférence lorsqu'on ne disposera que d'un courant assez faible.

» On peut préparer ces sels par la méthode de Marignac, qui consiste à mélanger les solutions concentrées des fluorures et à laisser cristalliser, ou bien dissoudre dans l'acide fluorhydrique de l'hydrate de glucinium et du carbonate de sodium purs en proportions exactement calculées. Le liquide est évaporé à sec et le résidu fondu dans une capsule de platine. Le sel double peut être coulé sur une lame de platine et conservé dans des flacons de verre. Lorsque la quantité de fluorure de glucinium est inférieure à celle qui correspond à la formule GF^2NaF, le produit devient déliquescent.

» L'électrolyse se fait très commodément dans un creuset de nickel qui sert de pôle négatif, l'électrode positive étant constituée par une lame ou

---

([1]) Marignac, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 45.

une baguette de charbon graphitique qui ne se désagrège pas sous l'influence du courant.

» On commence par fondre le sel au moyen d'un brûleur Bunsen, puis l'on fait passer le courant; on cesse alors de chauffer. La masse se maintient en fusion, il faut éviter une trop grande élévation de température et ne pas dépasser le rouge naissant.

» Nous avions à notre disposition le courant produit par une petite dynamo destinée à la charge des accumulateurs et donnant normalement 20 ampères sous 80 volts. Pendant l'expérience le courant était de 6 à 7 ampères sous 35 à 40 volts. Après quarante-cinq minutes de marche environ, en employant un creuset pouvant contenir une centaine de grammes du sel $GF^2, 2NaF$, on obtient sur le creuset de nickel, surtout vers la région médiane, un dépôt métallique formé par un feutrage cristallin non adhérent que l'on isole en traitant la masse par l'eau bouillante. Après des lavages prolongés la désagrégation devient complète et l'on recueille une poudre formée uniquement de cristaux assez irréguliers, comme on en rencontre souvent dans les dépôts électrolytiques, et qui est du glucinium pur ne renfermant pas de nickel, ni de fer. Au microscope, il est d'un blanc métallique très brillant; il ne contient pas trace de matière amorphe.

» Nous avons pu en outre, dans ces essais, obtenir des alliages de glucinium, en opérant dans des creusets de charbon servant de pôle négatif et renfermant le métal à allier à l'état de fusion; c'est ainsi qu'il nous a été possible de préparer à nouveau les bronzes de glucinium dont nous avons antérieurement décrit la préparation au four électrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air, même à l'état de traces.* Note de M. **Maurice Nicloux** (¹), présentée par M. Moissan.

« Depuis déjà plusieurs années, sous la direction de M. Gréhant, j'ai eu souvent l'occasion de doser des traces d'oxyde de carbone dans l'air en employant le procédé à la fois physiologique et chimique décrit par lui dans son Ouvrage *Les gaz du sang* (²), et complété par une Communication faite à l'Académie, le 8 novembre 1897 (³).

(¹) Travail fait au laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

(²) *Les gaz du sang*, 1 vol. (*Encyclopédie Léauté*).

(³) N. Gréhant, *Dans quelle limite l'oxyde de carbone est-il fixé par le sang d'un mammifère vivant?* (*Comptes rendus*, 8 novembre 1897.)

» Je me permettrai d'en rappeler le principe : fixation de l'oxyde de carbone par le sang d'un mammifère vivant, extraction des gaz d'un volume déterminé de sang, analyse de ce gaz au grisoumètre. La proportionnalité entre l'oxyde de carbone fixé par le sang et l'oxyde de carbone contenu dans le milieu résout le problème du dosage.

» Cette méthode a fourni déjà un grand nombre de résultats intéressants au point de vue des applications de la Physiologie à l'hygiène, elle en fournira encore; mais j'ai pensé qu'il serait avantageux d'imaginer un procédé de dosage entièrement chimique, simple, rapide, permettant de doser l'oxyde de carbone dans l'air, lorsque ce gaz y est contenu dans des proportions variant entre $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{50000}$.

» Ce procédé repose sur deux faits, connus déjà depuis fort longtemps :

» 1° L'oxyde de carbone est oxydé par l'acide iodique anhydre à la température de 150° en donnant de l'acide carbonique, et l'iode est mis en liberté en quantité correspondante (¹);

» 2° L'iode peut être facilement dosé : au $\frac{1}{2}$ centième de milligramme près si la quantité d'iode est inférieure à $0^{mgr},1$: à $\frac{1}{100}$ de milligramme près, entre $0^{mgr},1$ et $0^{mgr},2$ d'iode ; à $\frac{2}{100}$ de milligramme près si la quantité d'iode est supérieure à $0^{mgr},2$ (entre 0^{mgr} et $0^{mgr},4$), cela en employant le procédé donné par Rabourdin (²) :

» Mise en liberté de l'iode de l'iodure de potassium par l'acide sulfurique nitreux ; dissolution de l'iode dans un volume connu de chloroforme et comparaison de la teinte ainsi obtenue avec celle que l'on obtient dans les mêmes conditions avec une solution titrée d'iodure de potassium.

» *Appareil.* — On prend trois petits tubes en U à tubulures latérales, semblables à ceux qui servent à l'analyse organique. Dans le premier on introduit de la potasse en pastilles, dans le second de la ponce sulfurique, dans le troisième 25^{gr} à 40^{gr} d'acide iodique anhydre. On ferme à la lampe les deux branches de ce dernier pour éviter l'introduction de matières organiques. A la suite du tube à acide iodique on place un tube de Will contenant 5^{cc} de lessive de soude pure d'une densité de 1,3, que l'on additionne de 5^{cc} d'eau distillée. Enfin une aspiration, réglée à raison de 10^{cc} par minute au maximum et produite par un vase de Mariotte, pourra faire circuler les gaz dans le sens du premier tube vers le tube de Will.

(¹) Ditte, *Propriétés de l'acide iodique* (*Bulletin de la Société chimique,* t. I, p. 318; 1870). — C. de la Harpe et F. Reverdin, *Recherche de l'oxyde de carbone dans l'air* (*Bulletin de la Société chimique,* t. I, p. 163; 1889).

(²) Rabourdin, *Essai de dosage de l'iode* (*Comptes rendus,* t. XXXI, p. 784; 1850).

» Le tube en U contenant l'acide iodique est introduit dans un verre cylindrique de Bohême rempli d'huile.

» Le gaz à analyser (1[lit] suffira pour le dosage, si la quantité de CO est égale ou supérieure à $\frac{1}{20000}$), contenu dans un petit sac de caoutchouc ou un aspirateur gradué, circule dans les deux premiers tubes contenant potasse et ponce; dans le premier, il se débarrasse de CO^2, de H^2S, de SO^2; H^2S et SO^2 donneraient la même réaction que l'oxyde de carbone si, étant contenus dans l'air à analyser, ils n'étaient pas retenus; dans le second, il se débarrasse de la petite quantité d'eau qu'il pourrait retenir. Le gaz arrive ensuite au contact de l'acide iodique anhydre maintenu à 150° au moyen du bain d'huile. CO s'oxyde; la vapeur d'iode entraînée par le courant gazeux est retenue par la solution alcaline du tube de Will. Le gaz ayant entièrement circulé, on en chassera les dernières traces de l'appareil en faisant une aspiration d'air atmosphérique.

» Le dosage s'effectue comme l'a indiqué Rabourdin :

» La solution alcaline contenant l'iode est rendue acide par l'acide sulfurique; on ajoute quelques centigrammes de nitrite de soude, 5[cc] de chloroforme ou mieux de sulfure de carbone, on agite fortement : l'iode mis en liberté se dissout dans l'un de ces dissolvants en leur communiquant une teinte rose que l'on compare à celle obtenue dans les mêmes conditions avec une solution titrée d'iodure de potassium à 0[mgr],1 de KI par centimètre cube.

» Le calcul de la réaction

$$5CO + 2IO^3H = 5CO^2 + H^2O + I^2$$

montre que, si KI est exprimé en milligrammes, le volume de CO en centimètres cubes, à 0° et 760[mm], est donné par la formule

$$CO = \frac{KI}{2,97} \quad \text{et pratiquement} \quad CO = \frac{KI}{3}.$$

» Tous les détails du dosage ainsi que les résultats numériques des expériences de contrôle seront consignés dans un Mémoire spécial. Ces expériences montrent que l'erreur maximum est à peine de 10 pour 100.

» Même avec cette erreur maximum qui est en somme peu considérable, le procédé est à même d'avoir quelques applications grâce à sa simplicité et à sa rapidité, les quantités de gaz à faire circuler étant relativement petites : 1[lit] environ; 2[lit] à 3[lit] au maximum.

» *Remarques.* — 1° Il est nécessaire de faire marcher l'appareil à blanc plusieurs heures, à cause des traces de matières organiques qui peuvent avoir été entraînées dans l'acide iodique au moment du montage de l'appareil et qui par leur oxydation donnent de l'iode libre.

» 2° Je me suis assuré que 2^{lit} à 3^{lit} d'air atmosphérique [1] n'ont pas donné trace d'iode en les faisant circuler dans l'appareil.

» 3° Ni l'hydrogène, ni le méthane dans les même conditions ne donnent de réaction analogue.

» *Conclusions.* — Cette méthode permet de doser, avec une précision relativement grande, l'oxyde de carbone contenu dans l'air dans des proportions variant de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{50000}$.

» On pourrait cependant objecter une réduction possible de l'acide iodique par des vapeurs organiques pouvant être contenues dans l'air.

» Cette méthode sera alors complétée (dans le cas où la recherche de l'oxyde de carbone dans une atmosphère donnée aurait fourni un résultat positif) par la recherche de ce gaz à l'aide du procédé de M. le professeur Gréhant, procédé qui s'appuie sur la réaction très spéciale de l'oxyde de carbone sur l'hémoglobine. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation des carbures de baryum et de manganèse.* Note de MM. GIN et LELEUX, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Note [2], nous avons signalé le phénomène, également observé par M. Moissan [3], de la dissociation du carbure de calcium aux températures élevées du four électrique.

» Nous avons repris la même étude pour les carbures *de baryum et de manganèse.*

» Dans notre four électrique, nous avons introduit le carbure grossièrement pulvérisé et nous avons fait jaillir l'arc en laissant la sole immobile, afin de réaliser l'expérience des poches que nous avons déjà indiquée. Il se forme ainsi autour de la région d'émanation calorifique une poche de forme régulière, dont le volume croît jusqu'à une certaine limite.

» Lorsque le régime permanent est atteint, le débit calorifique de la source est égal à la dissipation totale vers les milieux environnants et la surface limite de la poche est précisément l'isotherme correspondant à la température de dissociation du carbure expérimenté.

» Pour obtenir une température très élevée, la densité du courant était de 16 ampères par centimètre carré (diamètre des électrodes 113^{mm}; $I = 1600$ A); le voltage de régime était maintenu à 35 volts.

(1) Air pris au Jardin des Plantes.

(2) *Comptes rendus*, 17 janvier 1898, t. CXXVI, p. 236.

(3) *Comptes rendus*, 24 janvier 1898, t. CXXVII, p. 306.

» Dans ces conditions, nous avons nettement constaté la dissociation *des carbures de baryum et de manganèse* et la volatilisation du métal avec dépôt résiduel de coke dans le fond de la poche, les parois étant également revêtues d'un enduit de graphite brillant, d'aspect bouillonné.

» Avec le carbure de manganèse, on observe un dégagement caractéristique de fumées rousses dues à l'oxydation des vapeurs métalliques au contact de l'air.

» La comparaison du volume des poches montre qu'elles sont plus considérables pour le carbure de baryum que pour le carbure de manganèse. On en déduit évidemment que la température de dissociation du premier corps est moins élevée que celle du second.

» En résumé, l'observation que nous avons faite pour le carbure de calcium s'étend également aux carbures de baryum et de manganèse. Ces corps ne peuvent être volatilisés à l'état combiné ; ils sont dissociables aux températures élevées du four électrique ; leur température de dissociation est inférieure à celle de la volatilisation du carbone. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur l'explosion des mélanges grisouteux par les courants électriques.* Note de MM. **H. Couriot** et **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« L'emploi de l'électricité dans les houillères prenant chaque jour une nouvelle extension, soit pour l'éclairage, soit pour le transport de la force, il devient d'un grand intérêt, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique, de connaître les effets des phénomènes électriques sur les mélanges grisouteux explosifs. Plusieurs savants se sont déjà préoccupés de cette question, et MM. Wüllner et Lehmann, en particulier, ont institué à Aix-la-Chapelle des expériences pour la résoudre. Toutefois, il n'est pas possible de tirer des règles précises des résultats qu'ils ont fait publier dans le Rapport de la Commission prussienne du grisou.

» Depuis deux ans, nous poursuivons des recherches sur le même sujet et, bien que notre travail ne soit pas achevé, nous sommes arrivés à des résultats positifs, que nous avons l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie des Sciences, en les exposant brièvement.

» Il y a trois sortes de phénomènes électriques qui peuvent exercer une action sur les mélanges explosifs ;

» 1° L'incandescence d'un fil conducteur, comme celui d'une lampe électrique ;

» 2° Les étincelles électriques, et surtout l'étincelle de rupture du courant ;

» 3° L'arc voltaïque jaillissant entre deux crayons de charbon.

» Nous avons étudié les effets de ces trois sortes de phénomènes, mais nous laisserons provisoirement de côté ceux de l'arc voltaïque qui, on le comprendra sans peine, sont plus compliqués.

» D'autre part, on peut considérer le grisou sous forme de courant gazeux ou sous forme de mélange stagnant.

» Grisou en mouvement. — *Il nous a été impossible d'allumer un courant de grisou, contenant* 80 *pour* 100 *de méthane, en le projetant sur un fil métallique porté à l'incandescence par un courant électrique, pas plus que sur l'étincelle de rupture qui a lieu à la fusion du fil métallique.*

» La même expérience répétée avec le gaz d'éclairage ordinaire détermine l'allumage instantané. Il y a donc une différence essentielle à ce point de vue entre les deux gaz. Sous l'influence d'un corps enflammé, il n'en est plus ainsi; les mélanges de grisou et d'air à teneur convenable s'enflamment de la même façon que ceux du gaz d'éclairage. Le contact d'une flamme est donc nécessaire pour enflammer le grisou, et, de fait, nous avons complété l'expérience précédente par l'inflammation du jet de grisou au moyen d'une allumette.

» Nous pouvons donc, d'après ces observations, laisser de côté les courants gazeux, et nous borner à opérer sur des gaz sous cloche pour déterminer les effets de l'incandescence et de l'étincelle électrique.

» Exploseur. — Pour faire détoner les mélanges explosifs, nous avons eu recours à une disposition bien connue : elle consiste à remplir du mélange une cloche de verre renversée sur la cuve à eau, et à faire rougir au moyen d'un courant électrique un fil métallique placé au sein du gaz. Le fil est maintenu dans sa position au moyen de deux conducteurs métalliques isolés et recourbés de façon à pouvoir pénétrer dans la cloche; les extrémités seules de ces conducteurs sont découvertes pour qu'il soit possible d'enrouler de chaque côté le fil qui les réunit. L'incandescence amène bientôt la fusion du fil accompagnée d'une étincelle de rupture.

» La combustion du grisou, comme celle de tous les gaz combustibles, ne peut s'effectuer que par propagation rapide d'une couche gazeuse à l'autre, avec production de flamme, ou par combustion lente sans caractère extérieur, ou enfin par explosion, toute la masse entrant instantanément en réaction. Quelle que soit la composition, jamais nous n'avons obtenu par l'électricité l'inflammation du grisou, comme on l'obtient au

moyen d'un corps enflammé : en outre, la proportion de gaz carbonique formée par la combustion lente est très faible, et même sa production reste souvent douteuse.

» Les effets extérieurs de l'électricité sur les mélanges grisouteux peuvent se résumer dans les trois principes suivants :

» 1° *L'électricité ne provoque, au sein d'un mélange tonnant de grisou, qu'un seul phénomène apparent : celui de l'explosion.*

» 2° *Les fils métalliques portés à l'incandescence par un courant électrique sont impuissants à déterminer l'explosion des mélanges, même les plus explosifs.*

» Ces deux premiers principes ont été démontrés par plusieurs centaines d'expériences faites dans des conditions variées. Non seulement nous avons opéré sur des mélanges de compositions différentes et déterminées aussi rigoureusement que possible, mais, pour prévenir les objections qui pourraient surgir sur la nature des conducteurs incandescents employés, nous nous sommes servis de fils de plomb, d'aluminium, d'argent, de cuivre, de laiton, de palladium, de fer et de platine et, grâce à la différence des points de fusion de ces fils, nous avons pu porter l'incandescence à des températures de plus en plus élevées ; nous avons fait croître la longueur de la partie incandescente en lui donnant différentes formes; nous avons varié les diamètres des fils depuis $0^{mm},05$ jusqu'à $0^{mm},35$, ce qui fait varier la section de 1 à 50; nous avons prolongé la durée de l'incandescence pendant dix minutes, pour élever notablement la température du gaz : toutes ces tentatives sont demeurées sans résultat; *tant que le fil incandescent ne s'est pas rompu, l'explosion ne s'est pas produite.*

» 3° *L'explosion,* quand elle a lieu, *ne se produit qu'à la rupture du conducteur incandescent, sous l'influence de l'étincelle de rupture.*

» L'explosion étant due uniquement à l'étincelle de rupture du courant, il est à remarquer que les étincelles qui surgissent souvent entre le fil incandescent et les conducteurs métalliques qui le supportent sont impuissantes à la produire. Il n'est pas nécessaire que le fil rompu ait été au préalable porté à l'incandescence, car nous avons obtenu des explosions par la fusion de fils de plomb employés comme coupe-circuit, et l'on sait que ce métal fond vers 300°, par conséquent bien avant d'avoir atteint la température de l'incandescence.

» Il faut dire aussi que la facilité avec laquelle les mélanges font explosion varie avec les moindres changements de composition : nous aurons plus tard l'occasion de le démontrer. Les mélanges les plus facilement explosifs sont ceux qui renferment 9,5 pour 100 de méthane, possédant ainsi la quantité d'oxygène suffisante pour que le méthane soit entièrement brûlé. *La combustion est complète dans l'explosion tant que la proportion de ce gaz ne tombe pas au-dessous de* 5,5 *pour* 100. On observe

encore de légères explosions jusqu'à 4,5 pour 100; à cette teneur, la proportion du méthane brûlé dans l'explosion est du tiers environ de sa totalité; pour une dilution plus grande du grisou dans l'air, le phénomène qui accompagne l'étincelle est le même que dans l'air pur. *La teneur de* 12 *pour* 100 *est la limite supérieure d'explosivité;* nous n'avons pas pu obtenir d'explosion dans les mélanges à 12,25 pour 100.

» Nous continuerons cette étude en faisant connaître dans quelles conditions il faut se placer pour déterminer à volonté l'explosion au moyen de l'étincelle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et l'éthérification de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. Friedel.

« L'acide camphorique présente, au point de vue de l'éthérification, des particularités remarquables qui ont été mises en évidence par M. Friedel : c'est ainsi que, par éthérification directe, en présence d'acide chlorhydrique, on n'obtient qu'un monoéther, facilement saponifiable, tandis que, par saponification partielle du diéther, on obtient un éther acide qui résiste à la saponification. M. Haller a montré, d'autre part, qu'il existe un camphorate acide de bornyle fournissant un sel de sodium décomposable par l'acide carbonique.

» Il y avait intérêt à rechercher si certains acides gras, bibasiques, ne présentaient pas des particularités analogues, ce qui aurait confirmé l'existence de deux carboxyles dans l'acide camphorique, alors que M. Friedel attribue à cet acide la constitution d'un acide-alcool.

» Mes premières recherches ont porté sur l'éthérification de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique.

» Cet acide a été obtenu par action de bromoisobutyrate d'éthyle sur le malonate d'éthyle sodé, saponification de l'éther obtenu et décomposition par la chaleur de l'acide tricarboxylé ainsi formé. On obtient ainsi, fait déjà connu, un mélange d'acide diméthylsuccinique et d'acide α-méthylglutarique. Cela tient non pas à la présence d'éther β-bromé dans l'éther α-bromobutyrique, mais à ce que le malonate sodé transforme ce dernier en éther ββ-diméthylacrylique qui, par condensation avec le malonate d'éthyle sodé, fournit un éther tricarboxylé correspondant à l'acide α-méthylglutarique. En effet, on améliore considérablement le rendement en dérivé succinique en opérant non plus dans l'alcool, mais dans le xylène.

» L'étude de l'éthérification a été conduite de la manière suivante :

» On additionne l'acide de dix fois son poids d'alcool absolu, renfermant 1 pour 100

d'acide chlorhydrique; on chauffe à reflux, au bain-marie, pendant des temps variables. On refroidit rapidement, on additionne d'hélianthine et de phtaléine, puis on ajoute goutte à goutte, au moyen d'une burette graduée, une solution titrée d'éthylate de sodium. La liqueur rouge passe au jaune d'or lorsque l'acide chlorhydrique est neutralisé, et le volume d'éthylate alcalin qu'on ajoute alors, jusqu'à apparition de la coloration rouge de la phtaléine, mesure l'acidité organique. On distille l'alcool au bain-marie, dans le vide, en ayant soin de surmonter le ballon d'un tube à deux boules pour éviter tout entraînement de l'éther. Le résidu est redissous dans l'eau et épuisé cinq fois par son volume d'éther de pétrole. On évapore ce solvant après l'avoir séché sur le sulfate de sodium anhydre; le résidu, chauffé à 180° pour éliminer toute trace d'éther de pétrole, représente l'éther neutre formé dans la réaction.

» Si Π représente le poids de soude correspondant à l'acidité organique, P le poids d'acide employé, et p le poids de l'éther neutre, l'acide libre, x, et l'éther acide, y, sont donnés par les équations

$$x = 1,82\Pi - 0,99P + 0,72p,$$
$$y = 2,38P - 1,72p - 2,17\Pi$$

pour l'acide diméthylsuccinique.

» Les expériences ont été effectuées comparativement sur l'acide succinique et sur l'acide diméthylsuccinique; elles ont fourni les résultats suivants, chaque essai portant sur 5^{gr} d'acide :

	Durée de la réaction.	Éther neutre.	Éther acide.	Acide libre.
Acide succinique	10^m	6,36	1,57	»
	20	6,59	0,99	»
	30	6,86	0,54	
Acide diméthylsuccinique	10	0,49	3,34	1,82
	20	1,27	3,68	0,98
	30	2,19	3,23	0,68

» Dans le cas de l'acide succinique, on obtient pour l'acide libre des nombres légèrement négatifs (— 0,05 à — 0,15), ce qui tient à ce que p est toujours un peu faible, l'éther neutre ne pouvant être séparé totalement, et l'on peut admettre qu'il n'existe pas d'acide libre.

» Ces résultats montrent :

» 1° Que, même dans le cas de l'acide succinique, les deux carboxyles ne sont pas éthérifiés simultanément : il semble que les deux fonctions acides augmentent mutuellement leur propre acidité, et que, lorsque l'une

d'elles est neutralisée par éthérification, l'autre devienne moins facilement éthérifiable;

» 2° Que, lorsque la molécule est dissymétrique, les deux fonctions acides ont une valeur très différente, le carboxyle tertiaire s'éthérifiant beaucoup plus difficilement que le carboxyle primaire;

» 3° Qu'on peut, en suivant cette méthode, déterminer avec facilité si la molécule d'un acide succinique substitué est symétrique ou dissymétrique; dans le premier cas le rapport $\frac{\text{éther acide}}{\text{éther neutre}}$ est inférieur à l'unité; il lui est très supérieur dans le second;

» 4° Qu'il n'y a pas de rapport constant entre les poids de l'éther acide et de l'éther neutre formés aux divers moments de la réaction; les courbes représentatives des vitesses d'éthérification de ces deux fonctions ne sont donc pas semblables et atteignent leur maximum en des temps différents.

» Si, d'autre part, l'éthérification est effectuée à l'aide d'alcool renfermant 3 pour 100 d'acide chlorhydrique, et si on la prolonge pendant deux heures, on obtient, pour l'acide succinique, 92 pour 100 d'éther neutre, et pour l'acide diméthylé 86 pour 100 de l'éther correspondant. Il n'y a donc pas une différence bien notable dans les limites d'éthérification. Enfin, il m'a été impossible de constater dans la saponificatien des éthers des particularités analogues à celles que présente l'acide camphorique.

» On voit donc apparaître des différences considérables dans les vitesses d'éthérification des deux fonctions acides de l'acide diméthylsuccinique, et l'on comprend que dans une molécule plus complexe, comme celle de l'acide camphorique, ces différences puissent s'accentuer. Mais jusqu'au jour où l'on aura obtenu un acide bibasique présentant les particularités de l'acide camphorique, la formule proposée par M. Friedel conservera toute sa valeur [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isobornéols de synthèse; leur identité avec les alcools fenoïliques*. Note de MM. G. **Bouchardat** et J. **Lafont**.

« Nous rappelons que l'isobornéol ou alcool fenoïlique dextrogyre, dont nous avons effectué la synthèse par l'union de divers acides au térébenthène gauche, s'extrait, par de laborieuses distillations, des huiles ayant fourni le bornéol droit. L'alcool fenoïlique cristallise des portions distillant de 197° à 201°. Les fractions 201 à 206 restent liquides; du bornéol gauche cris-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

tallise abondamment des portions supérieures. En continuant les distillations, on sépare intégralement ces huiles en ces deux produits solides.

» *L'isobornéol* ou *alcool fenoïlique droit*, purifié par des cristallisations dans l'hydrure d'amylène, fond à 42°, bout à 201° sous la pression normale. Sa densité à + 40° (liquide) est de 0,935; son pouvoir rotatoire en solution alcoolique au dixième est $[\alpha]_D = + 10°20'$; ce pouvoir varie avec le mode d'obtention; nous avons, dans la préparation du térébène, obtenu des alcools fenoïliques de pouvoir rotatoire + 11° et + 5°. Il est soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, les carbures d'hydrogène, très soluble même dans les éthers de pétrole les plus légers, d'où il cristallise en larges tables plus épaisses que celles de bornéol.

» Sous l'action des acides anhydres il forme des éthers. L'éther acétylfenoïlique est liquide, bout à 125°-127° sous une pression de 5^{cm} de mercure. Sa densité à 0° est de 0,9817; son pouvoir rotatoire, observé sans dissolvant, est de + 56°39'. L'alcool régénéré n'a plus qu'un pouvoir rotatoire de + 9°20'. L'éther benzoïque est liquide, épais, bouillant de 183° à 188° sous 2^{cm} de pression; sa densité à 0° est de 1,129, son pouvoir rotatoire de + 10°32'; l'alcool régénéré de cet éther n'a plus qu'un pouvoir rotatoire de + 8°55'. L'anhydride benzoïque n'avait pas éthérifié la totalité de l'alcool et les portions échappées à son action n'avaient non plus qu'un pouvoir rotatoire de + 9°. L'action de la chaleur et des acides transforme donc l'alcool actif en isomère inactif.

» Le pentachlorure de phosphore transforme immédiatement, et à froid, l'alcool fenoïlique droit, en solution dans l'éther de pétrole, en un monochlorhydrate liquide, même à — 60°, distillant à 105°-110° sous 3^{cm} de pression en perdant un peu d'acide chlorhydrique, de densité un peu supérieure à celle de l'eau et donnant, par l'action de la potasse alcoolique ou de la toluidine, un carbure $C^{20}H^{16}$, bouillant à 159° comme le camphène, mais liquide.

» Le produit d'oxydation de cet alcool fenoïlique par l'acide azotique a la composition exprimée par la formule $C^{20}H^{16}O^2$; il est liquide. Sa densité à 0° est de 0,963; sous 5^{cm} d'épaisseur, la déviation observée $[\alpha]_D$ est de — 26°48'. Il se prend en masse vers — 10° et commence à fondre dès cette température, mais la fusion totale n'est obtenue qu'à + 4°. Ce produit n'est qu'un mélange de *fenchone gauche*, fondant à + 8°,5, et de *fenchone inactive*, par compensation fondant à — 18°, comme nous l'avons établi ultérieurement. Nous avons utilisé cette différence dans les points de fusion pour isoler ces deux isomères du produit d'oxydation de l'alcool fenoïlique de synthèse. En séparant les cristaux persistant à des températures croissantes de + 3° à + 7°, nous avons une acétone fenoïlique ou *fenchone lévogyre*, fondant à + 8°,5, bouillant à 193°; de densité, à 0°, comprise entre 0,961 et 0,963. La déviation polarimétrique la plus élevée, observée à + 15° sous 5^{cm}, est de — 30°5', ce qui correspond à un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = - 64°$ environ.

» La fenchone, extraite par nous de l'essence de fenouil par de simples distillations et des cristallisations, a rigoureusement la même forme cristalline, fond de + 8° à + 9°; la déviation observée sous 5^{cm} est identique, $[\alpha]_D = + 30°4'$, mais inverse [1].

---

[1] M. Wallach, qui a fait l'étude complète de la fenchone du fenouil, lui attribue un pouvoir plus élevé, + 71°; mais il a opéré sur des solutions alcooliques et non sur le corps fondu.

» Les portions de la préparation précédente restées liquides ont été refroidies à — 21°, solidifiées par l'amorce d'une parcelle solide de fenchone lévogyre. La masse solide, en se réchauffant lentement vers — 15°, fond en partie. Le liquide ainsi obtenu et purifié par plusieurs opérations semblables a exactement la composition de la fenchone lévogyre. Il bout à 193°. Sa densité à 0° est de 0,961; il se prend à — 21°, quand on l'amorce avec un cristal de fenchone gauche, mais fond seulement aux environs de — 18° à — 16°. Il dévie encore très peu à gauche le plan de polarisation; pour une épaisseur de 5^{cm}, $[\alpha]_D = -34'$ à $-42'$. Toutes les autres propriétés de ce corps coïncident avec celles de la fenchone gauche ou droite. C'est donc une *fenchone inactive* par compensation, encore impure; son origine paraît due aux modifications de pouvoirs rotatoires subies par l'alcool fenoïlique ou le carbure générateur, sous l'action de la chaleur et des acides. Le mélange à poids égaux de fenchone de synthèse et de fenchone du fenouil est inactif et fond de même de — 18° à — 16°. La fenchone de synthèse se combine à l'hydroxylamine; cette union se fait plus incomplètement que pour la fenchone du fenouil. Les deux produits sont identiques, sauf les pouvoirs rotatoires rigoureusement égaux, mais de sens inverse. La fenoxime lévogyre est solide, fusible de + 161° à + 163°, peu soluble dans l'alcool froid, soluble dans l'éther qui par évaporation laisse des cristaux clinorhombiques, présentant la combinaison des faces p, m, g^1, h^1; nous n'avons pas observé de modifications hémiédriques. Les angles mesurés sont identiques avec ceux observés sur la fenoxime droite et concordent avec les mesures de M. Hintz faites sur cette dernière; entre autres :

Fénox. lév...........	$p : h^1 = 76°32'$ (supp.);	$p : m = 81°30'$;	$m : m = 103°14$
Fénox. natur........	$p : h^1 = 76°22'$;	$p : m = 81°16'$;	$m : m = 103°12$

» La fenoxime de synthèse a, en solution alcoolique au $\frac{1}{30}$, un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -52°20'$, de sens opposé et égal en grandeur à celui de la fenoxime du fenouil (Wallach + 52°44'). La fenoxime lévogyre de synthèse, mélangée, à poids égaux, à la fénoxime du fenouil, donne des solutions inactives qui, par évaporation de solutions éthérées, fournissent des cristaux doublement obliques, combinaisons des faces p, m, t, b, d, s, dont aucun des angles ne concorde avec ceux observés pour les fenoximes actives. Cette fenoxime inactive, qui paraît être une variété racémique, fond à 154°-156°. La fenchone lévogyre, traitée soit par la potasse alcoolique, soit par le sodium en solution alcoolique, régénère un alcool fenoïlique dextrogyre, mais dont le pouvoir rotatoire est moins élevé que celui du primitif.

» Il nous paraît résulter de cette comparaison que l'isobornéol droit de synthèse est constitué par un mélange d'alcool fenoïlique droit et d'alcool fenoïlique inactif, ce dernier dans la proportion d'un douzième environ. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme*. Note de MM. **A. Desgrez** et **M. Nicloux**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'analyse comparative des gaz extraits du sang d'un même animal, avant et après anesthésie par le chloroforme, nous a permis de constater la production de faibles proportions d'un gaz combustible, à la suite de cette anesthésie (¹). Nous avons considéré ce gaz comme formé d'oxyde de carbone, en nous basant sur ce fait, précédemment établi par l'un de nous (²), que la décomposition du chloroforme, *in vitro*, en milieu alcalin aqueux, donne naissance à ce composé. Dans une Note récente (³), M. de Saint-Martin reconnaît « la parfaite exactitude » de nos expériences, mais ajoute que nos conclusions paraissent infirmées par cette circonstance que le sang normal lui a fourni de l'oxyde de carbone aussi bien que celui recueilli après anesthésie. Il suppose, dans les deux cas, la méthode analytique justiciable de ce résultat; l'oxyde de carbone pouvant, d'après lui, provenir de l'action exercée par l'acide acétique sur le sang. En réponse à cette critique, nous appellerons d'abord l'attention sur les points suivants :

» 1° Si l'acide organique dégageait l'oxyde de carbone observé, par réaction sur le sang, la quantité de gaz produite devrait être sensiblement égale, dans les conditions comparables de nos expériences, et non varier du simple au double, ou même du simple au quadruple, ainsi que le montrent et nos premières recherches et celles que nous présentons aujourd'hui.

» 2° Rien ne s'oppose, théoriquement, à ce que le gaz combustible signalé, dans le sang, pour la première fois par M. Gréhant, contienne normalement de l'oxyde de carbone. Les expériences nouvelles, que nous relatons plus bas, confirmeraient cette manière de voir tout en vérifiant les conclusions de notre première Note. Si elles montrent, en effet, que le sang normal donne de l'oxyde de carbone à l'analyse, elles établissent, en outre, que la proportion de ce gaz peut doubler, tripler et même quadrupler, dans le même sang, après anesthésie par le chloroforme.

(¹) *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

(²) *Ibid.*, 15 novembre 1897.

(³) *Ibid.*, 14 février 1898.

» 3° Les expériences mêmes de M. de Saint-Martin, quoique non comparatives, confirment, d'ailleurs, les conclusions de nos premières recherches. Rappelons ses résultats :

Oxyde de carbone par litre.	
Sang normal.	Sang de chiens anesthésiés.
$0^{cc},8$	$1^{cc},82$
$1^{cc},2$	$2^{cc},4$

» *Nouvelles expériences.* — Nous avons appliqué au contrôle de nos premières recherches la méthode de dosage de faibles quantités d'oxyde de carbone, publiée par l'un de nous dans ce numéro des *Comptes rendus* (p. 746). Les expériences ont été pratiquées selon la technique générale déjà indiquée ([1]), avec cette différence que l'anesthésie a été obtenue tantôt à l'aide de la soupape de Müller, avec un mélange d'alcool et de chloroforme, tantôt à l'aide d'une éponge imbibée de chloroforme et placée au fond d'un bocal à large ouverture.

» *Première expérience.* — Chien pesant $7^{kg},500$. Son sang normal contient $1^{cc},6$ d'oxyde de carbone par litre. L'anesthésie, commencée à 11^h20^m, est entretenue à l'aide du mélange d'alcool (3 parties) et de chloroforme (1 partie), jusqu'à 11^h40^m, reprise à 11^h50^m jusqu'à 1^h30^m, puis de 1^h40^m à 2^h30^m. Une analyse des gaz du sang donne alors, par litre, $2^{cc},9$ d'oxyde de carbone. Anesthésie reprise de 3^h à 4^h30^m, oxyde de carbone : $2^{cc},5$; anesthésie de 5^h à 6^h30^m, oxyde de carbone : $2^{cc},4$. On n'a pas ajouté de chloroforme pendant toute la durée de l'expérience, ce qui explique la proportion décroissante de l'oxyde de carbone.

» *Deuxième expérience.* — Chien pesant 16^{kg}. Son sang normal contient, comme celui du précédent, $1^{cc},6$ d'oxyde de carbone par litre. L'anesthésie est obtenue à l'aide du chloroforme pur (non mélangé d'alcool). Début à 9^h25^m. A 10^h40^m, on trouve $4^{cc},0$ d'oxyde de carbone par litre de sang ; à 11^h50^m, $5^{cc},3$; à 1^h50^m, $6^{cc},4$; enfin, à 2^h50^m, $6^{cc},9$. A 5^h50^m, trois heures après la cessation du chloroforme, une dernière analyse nous a donné $3^{cc},7$ d'oxyde de carbone par litre de sang. L'animal a succombé le lendemain, à 7^h du soir.

» *Troisième expérience.* — Chien pesant 10^{kg}. Sang normal, contient $1^{cc},47$ d'oxyde de carbone par litre. Anesthésie par le chloroforme pur, de 9^h20^m à 11^h36^m ; le sang contient alors 4^{cc} d'oxyde de carbone. L'anesthésie est continuée. A 1^h36^m, $4^{cc},4$; on cesse le chloroforme ; et à 3^h36^m (deux heures après), on trouve $2^{cc},96$ d'oxyde de carbone par litre de sang.

([1]) *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

» Ces deux expériences, comparées à la première, montrent que l'anesthésie par le chloroforme pur nous a donné plus d'oxyde de carbone que l'anesthésie pratiquée avec le mélange d'alcool et de chloroforme. Il est juste d'ajouter que, dans la deuxième expérience, où l'oxyde de carbone atteint $6^{cc},9$ par litre de sang, l'anesthésie a été aussi intense que possible.

» *Anesthésie par l'éther.* — Sur le conseil de M. Gréhant, nous avons soumis l'anesthésie par l'éther à l'application des deux méthodes de recherches (grisoumètre et réduction de l'acide iodique) que nous venions d'utiliser pour le chloroforme. A l'intérêt propre de la question s'ajoutait, pour nous, le désir de savoir si un anesthésique, beaucoup plus volatil que le chloroforme, ou encore si l'anesthésie elle-même n'avaient pas une influence sur la quantité des gaz combustibles du sang.

» *Première expérience : application du grisoumètre.* — Chien pesant $7^{kg},500$. Son sang normal donne, au grisoumètre, une réduction de $0^{div},7$. Après une heure d'anesthésie par l'éther, réduction $0^{div},5$; après une heure trente minutes, $0^{div},6$; après deux heures trente minutes, $0^{div},7$.

» *Deuxième expérience : emploi de l'acide iodique.* — Chien pesant 8^{kg}. Oxyde de carbone du sang normal : $1^{cc},88$ par litre. Début de l'anesthésie : 2^h30^m; à 5^h l'analyse donne $1^{cc},47$; à 6^h30^m, $1^{cc},36$ d'oxyde de carbone par litre.

» Ces deux expériences suffisent à montrer que, au lieu d'une augmentation des gaz combustibles du sang, l'éther paraît, au contraire, tendre à en provoquer une diminution.

» *Conclusions.* — Le sang normal donne à l'analyse une faible proportion d'oxyde de carbone. Comme ce gaz augmente notablement dans le sang des animaux anesthésiés par le chloroforme, nous ne pourrions pas, même en l'acceptant pour le sang normal, étendre l'hypothèse de M. de Saint-Martin jusqu'à expliquer ces augmentations par l'influence de l'acide acétique sur le sang. Ce serait supposer, en effet, que cette influence est fonction directe de l'anesthésie.

» Les chiffres que nous avons tirés de la Note de M. de Saint-Martin et mis plus haut en parallèle, et, mieux encore, ceux qui résultent des nouvelles expériences que nous présentons, confirment les conclusions d'abord obtenues, par nous, avec le grisoumètre, à savoir que le chloroforme se décompose, dans l'économie, en donnant de l'oxyde de carbone. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mucine vraie produite par un bacille fluorescent pathogène.* Note de M. **Ch. Lepierre**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai eu l'occasion de signaler, il y a deux ans, dans mes recherches sur la fonction fluorescigène des microbes ([1]), que le bacille fluorescent que j'étudiai alors produisait de grandes quantités de mucine. La Note des *Annales* disait simplement que la mucine se forme dans ces cultures et indiquait quelques conditions de sa formation. Aussi me permettrai-je, après lecture de l'intéressante Communication de MM. Charrin et Desgrez ([2]), de transcrire ici les quelques lignes que je consacrais à ce même sujet dans un article plus détaillé, publié en français dans un Recueil portugais ([3]) :

» Les cultures en peptones ([4]), filtrées, renferment, après quelque temps, de grandes quantités de mucine. Le bouillon de viande en fournit au contraire bien moins. Cette mucine a été reconnue aux caractères suivants : précipitation par l'acide acétique, insoluble dans un excès modéré de cet acide; soluble dans les alcalis dilués, solution que les acides reprécipitent. Ce précipité, purifié par précipitations successives et dialysé, renferme de l'azote; ces propriétés excluent l'idée d'une gélatine ou d'une gomme.... Plus loin j'ajoutais que « dans les bouillons à base de peptones, la quantité » de mucine formée est petite » et que « les cultures qui se sont développées dans les » milieux minéraux (azote ammoniacal et acide organique) renferment de la mucine, » même celles où la fluorescence ne s'est pas produite : *la mucine peut donc se pro-* » *duire indépendamment de la fluorescence.*

» J'indiquais également que les milieux où le microbe s'est développé sans production de fluorescence, tout en donnant de la mucine, étaient à base de lactate, malonate, malate, tartronate, isosuccinate, pyrotartrate, éthylmalonate, glycérate ou glycolate; les milieux où la fluorescence et la mucine se produisent simultanément sont : le citrate, le succinate, l'oxy-

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1895 (*Recherches sur la fonction fluorescigène des microbes*).

([2]) *Comptes rendus*, p. 596, 21 février 1898.

([3]) L'*Instituto* de Coïmbra, 1896, p. 3 (*Recherches sur la fonction fluorescigène des microbes*).

([4]) Bouillon de peptone Chassaing à 2 pour 100, sans viande. Cette peptone contient, d'après mes analyses, 30 à 34 pour 100 d'albumoses et 55 à 60 pour 100 de vraies peptones.

glutarate, l'oxypyrotartrate, le glutarate. Les liquides à base *d'asparagine* me donnèrent également de la mucine.

» Depuis, j'ai continué l'étude de cette mucine : je comptais faire connaître mes résultats lors de la publication d'un travail sur les mucines des kystes. C'est ainsi que j'ai vérifié que la mucine du bacille fluorescent ne contient presque pas de phosphore; de plus, elle se dédouble par les acides avec production d'un sucre réducteur. Il s'agit donc d'une *mucine vraie* et non d'une *nucléo-albumine*.

» Si nous comparons ces résultats à ceux obtenus par MM. Charrin et Desgrez, nous voyons que, de même que pour le bacille pyocyanique, la formation de la mucine est indépendante de la fonction chromogène. Mais tandis que le bacille pyocyanique ne donne pas de mucine dans les milieux minéraux ou peptonisés, tout en en produisant dans les bouillons de viande, le bacille fluorescent en produit dans un grand nombre de milieux essentiellement minéraux et dans les milieux peptonisés, sans en donner dans les bouillons de viande.

» Nous avons également observé la formation de substances mucinoïdes dans les liquides de culture d'un bacille que nous avons décrit comme agent pathogène de la *maladie du sommeil* (1).

» Quant au rôle des bactéries mucinogènes dans les inflammations muco-membraneuses, nous partageons pleinement l'opinion de MM. Charrin et Desgrez, d'après les résultats de nos inoculations avec les bacilles cités dans cette Note (2). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents.* Note de M. Gabriel Bertrand, présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré que la sorbite peut être facilement transformée en sorbose sous l'influence d'un microbe particulier, désigné précisément sous le nom de *bactérie du sorbose* (3). Depuis, MM. Vincent et Delachanal ont, à l'aide du même microbe, obtenu du lévulose avec la mannite (4).

---

(1) *Société de Biologie*, p. 89; 28 janvier 1898.

(2) Travail du laboratoire de Microbiologie de l'Université de Coïmbra.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 900; 1896 et *Bull. Soc. chim.* (3e série), t. XV, p. 627; 1896.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 716; 1897.

» Comme il est facile de le remarquer, ces deux transformations sont absolument comparables; elles correspondent à la production d'un cétose par oxydation d'un groupement alcoolique secondaire du corps primitif; la même formule de réaction suffit à les représenter :

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ (CH.OH)^3 \\ CH.OH \\ CH^2OH \end{array} + O = \begin{array}{l} CH^2OH \\ (CH.OH)^3 \\ CO \\ CH^2OH \end{array} + H^2O,$$

la sorbite et la mannite, d'une part, le sorbose et le lévulose, d'une autre, ne différant que par leur structure stéréochimique.

» Cette remarque m'a engagé à faire réagir la bactérie du sorbose sur d'autres alcools plurivalents, pour voir s'il n'y aurait pas là une méthode générale, permettant d'obtenir de nouveaux sucres à fonction cétonique. Ce sont les résultats généraux de cette étude que je résumerai aujourd'hui, me réservant de donner les détails à l'occasion de chacune des matières sucrées que j'ai pu obtenir.

» Les alcools plurivalents que j'ai essayés se divisent en deux groupes. Les uns, c'est-à-dire le glycol, la xylite et la dulcite, sont impropres au développement de la bactérie du sorbose; ils résistent à son action oxydante et on peut les retrouver dans des cultures très anciennes. Les autres, au contraire, surtout la glycérine, la sorbite et la mannite, dont le coefficient de carbone est un multiple de trois, contribuent d'une manière très favorable à la végétation du microbe; ils sont, en même temps, transformés en sucres réducteurs, différant de l'alcool générateur par H^2 en moins. Ce sont, avec les trois déjà nommés, l'érythrite, l'arabite, la volémite et la perséite.

» Ce qu'il y a de particulièrement intéressant dans cette inégale résistance des alcools plurivalents à l'action de la bactérie du sorbose, c'est qu'il existe une relation étroite, d'ordre stéréochimique, entre les deux groupes dans lesquels se rangent ces alcools. La comparaison des formules développées montre, en effet, que ce sont seulement les alcools renfermant un chaînon CH.OH disposé de telle manière que, d'un même côté de la chaîne, il n'y ait pas un atome d'hydrogène à côté de l'oxhydrile attaquable, qui sont oxydés par la bactérie du sorbose.

» Cette règle apparaît nettement en jetant les yeux sur le Tableau ci-

dessous, dans lequel les chaînons oxydables ont été indiqués par des caractères gras.

Premier groupe.

$$CH^2OH - CH^2OH \ldots\ldots\ldots\ldots \text{Glycol.}$$

$$\begin{array}{ccccccccc} & & H & & OH & & H & & \\ CH^2OH & - & C & - & C & - & C & - & CH^2OH \ldots\ldots \text{Xylite.} \\ & & OH & & H & & OH & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} & & H & & OH & & OH & & H & & \\ CH^2OH & - & C & - & C & - & C & - & C & - & CH^2OH \ldots\ldots \text{Dulcite.} \\ & & OH & & H & & H & & OH & & \end{array}$$

Deuxième groupe.

$$\begin{array}{ccccc} & & \mathbf{H} & & \\ CH^2OH & - & \mathbf{C} & - & CH^2OH \ldots\ldots \text{Glycérine.} \\ & & \mathbf{OH} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} & & \mathbf{H} & & H & & \\ CH^2OH & - & \mathbf{C} & - & C & - & CH^2OH \ldots\ldots \text{Érythrite.} \\ & & \mathbf{OH} & & OH & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccc} & & \mathbf{OH} & & OH & & H & & \\ CH^2OH & - & \mathbf{C} & - & C & - & C & - & CH^2OH \ldots\ldots \text{Arabite.} \\ & & \mathbf{H} & & H & & OH & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} & & \mathbf{H} & & H & & OH & & H & & \\ CH^2OH & - & \mathbf{C} & - & C & - & C & - & C & - & CH^2OH \ldots\ldots \text{d. Sorbite.} \\ & & \mathbf{OH} & & OH & & H & & OH & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} & & \mathbf{H} & & H & & OH & & OH & & \\ CH^2OH & - & \mathbf{C} & - & C & - & C & - & C & - & CH^2OH \ldots\ldots \text{d. Mannite.} \\ & & \mathbf{OH} & & OH & & H & & H & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} & & \mathbf{H} & & H & & OH & & OH & & \\ CH^2OH & - & \mathbf{C} & - & C & - & C & - & C & - & CH.OH - CH^2OH \ldots \text{Perséite.} \\ & & \mathbf{OH} & & OH & & H & & H & & \end{array}$$

Heptite (¹) de structure inconnue.................... Volémite.

» On y voit, il est vrai, que certains alcools possèdent plusieurs chaînons attaquables dans leur molécule; mais c'est là une circonstance qui peut seulement obscurcir la règle énoncée; elle n'atteint pas sa généralité.

(¹) Le volémulose, obtenu par l'action de la bactérie, correspond bien, d'après la composition de son osazone (point de fusion : + 205°-207°) à la formule $C^7H^{14}O^7$. On sait que M. E. Fischer (*Berichte d. c. G.*, t. XXVIII, p. 1973; 1895) était arrivé à une osazone analogue en partant du produit d'oxydation de la volémite par le brome ou l'acide nitrique.

» L'expérience prouve, en effet, qu'un seul chaînon est oxydé par la bactérie. Dans le cas de la mannite, où il y a deux chaînons symétriques, cette oxydation conduit, quelque endroit où elle porte, au même lévulose; avec l'érythrite, au contraire, elle doit fournir deux érythruloses optiquement inverses. J'espère, d'ailleurs, revenir bientôt sur ces points.

» Pour le moment, je me contente de faire ressortir combien peut être précise et délicate la fonction chimique de certains microbes et l'intérêt qui s'attache à l'emploi méthodique de ceux-ci, même au seul point de vue de la Chimie pure ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Influence du milieu et des variations chez les Protozoaires.* Note de M. J. **Kunstler**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La théorie évolutionniste a pour base directement constatable la variabilité des espèces et la genèse d'espèces nouvelles, d'où l'on a conclu à une descendance universelle. Les procédés précis par lesquels s'opère le phénomène ainsi invoqué ne sont pas encore établis avec une sécurité définie.

» Pour Darwin, les variations des êtres sont accidentelles, et le moteur de la transformation spécifique se trouve dans la sélection naturelle par la lutte pour l'existence (dispositions offensives ou défensives, colorations sympathiques, mimétisme, etc.). Bien différente était la conception de son devancier Lamarck qui ne croyait qu'à l'influence du milieu comme point de départ des variations; celles-ci étaient donc provoquées (usage, non-usage, température, etc.). L'adaptation fonctionnelle ou l'évolution régressive, fixées par l'hérédité progressive, conquièrent encore tous les jours de nouveaux partisans. Nageli ajoute à ces processus des variations, en quelque sorte autonomes, dues à des forces internes, en vertu desquelles les organismes possèdent une tendance à se transformer par une complication ascendante.

» Quelle que puisse être l'importance relative de ces divers processus, il est des circonstances particulières qui ont pour effet direct d'accélérer la production des variations. La théorie des migrations est basée sur le fait que des milieux séparés les uns des autres par des barrières infranchissables présentent des espèces différentes. Si ces milieux étaient originairement réunis entre eux, ces espèces sont plus ou moins voisines, mais, en général, d'autant plus dissemblables que la séparation remonte à une date plus lointaine. Donc, si le séjour des espèces dans leur milieu originel ne stimule guère les variations, au contraire, la constitution d'espèces nouvelles est un résultat ordinaire de voyages ou de séparations accidentelles de groupes d'individus.

([1]) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

Sous l'influence de conditions de milieu nouvelles, des modifications rapides interviennent, qui altèrent les caractères spécifiques primitifs. Les faunes d'îles originairement rattachées au continent sont un excellent exemple de ces faits.

» Dans l'ensemble de ces phénomènes de migration, il est des particularités sur lesquelles l'attention des observateurs ne s'est pas suffisamment fixée. De recherches poursuivies depuis de longues années sur les Protozoaires il résulte que des individus changés artificiellement et brusquement de milieu présentent, dans la règle, une réaction pathologique à laquelle le plus grand nombre ne résistent pas. Les changements de milieu d'un être adulte et adapté à ses conditions primitives exercent une influence néfaste sur l'organisme, et toute transplantation est une opération délicate. Ce phénomène, observé autre part, a souvent été qualifié d'*acclimatation* et considéré comme une simple accoutumance aux influences infectieuses ambiantes, alors que le phénomène est loin de paraître aussi unilatéral. L'invasion microbienne semble plutôt n'être qu'une action intercurrente et plus rapide dans un processus plus lent.

» Quoi qu'il en soit, rien n'est plus difficile, en dehors des espèces banales, que de transplanter un être d'un milieu dans un autre. Avec une rigueur remarquable, tous les milieux, suivant leur composition, leur genre de putréfaction, etc., présentent leurs formes de Protozoaires bien déterminées. Toutefois, il est divers procédés par lesquels on peut arriver à changer lentement les conditions de milieu, à créer, en quelque sorte, des milieux nouveaux, de telle façon qu'il devienne possible d'en contrôler expérimentalement l'influence réelle sur les variations des êtres.

» Les bassins des jardins botaniques, creusés en terre et maçonnés, peuvent constituer un excellent champ d'expérimentation; ils sont généralement riches en Protozoaires et leur eau, servant à arroser, est assez activement renouvelée. En couvrant l'un d'eux d'un vitrage, emmagasinant la chaleur solaire et le mettant à l'abri des agents physiques, ainsi que de toute variation brusque et considérable, la faune primitive ne tarde pas à dépérir. Il survient même une certaine période plus ou moins putride. Mais bientôt un état d'équilibre se rétablit, et alors la faune est d'une extrême pauvreté et ne paraît guère consister qu'en d'assez rares spécimens des espèces banales.

» Ensemencés alors avec l'eau des bassins voisins, les êtres vivants s'y développent d'une manière bien particulière. Ainsi l'*Azolla filiculoïdes*, de brun rougeâtre, devient d'un vert vif; au lieu de rester en couche plate, il se dispose en une assise épaisse, à touffes saillantes. Mais ce sont les caractères que prennent, après de longs laps de temps, les Protozoaires, qui nous ont le plus préoccupé. Ces organismes acquièrent des caractères d'une netteté incomparable. Plus nombreux, plus grands, leurs organes se différencient d'une façon bien plus nette que toute autre part. C'est un remarquable épanouissement des caractères spécifiques, transformant des

rudiments d'organe en parties d'un développement extraordinaire ([1]).

» L'influence du milieu, dans la formation de ces nouvelles variétés qui diffèrent beaucoup des formes souches, est ici évidente; elle est d'autant plus remarquable qu'elle ne porte pas seulement sur un développement du corps comparable à un engraissement, mais bien sur un perfectionnement organique, peut-être comparable à ce qui a pu exister au début de l'évolution, où les conditions ambiantes ont pu avoir pour action de maintenir certaines formes à leur état momentané, alors que d'autres, plus favorisées à ce point de vue, ont pu passer outre et devenir la souche de formes plus élevées. »

ZOOLOGIE. — *Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuillets.* Note de M. Yves Delage, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« S'il n'y avait que des réponses théoriques à faire aux objections théoriques de M. le professeur Edmond Perrier ([2]), je n'aurais pas cru devoir poursuivre la discussion sur un terrain où il est bien rare que l'on arrive à s'entendre. Mais je ne puis me dispenser de faire remarquer que les faits sur lesquels s'appuie mon contradicteur sont inexacts. Il dit, en effet :

» 1° Que « les cils de la région antérieure de la *blastula* sont nécessai-
» rement ceux qui présentent le maximum d'activité »;

» 2° Que les Éponges « se fixent à l'état de *blastula* »;

» 3° Que « la *blastula* se fixe nécessairement (la règle ne présente dans
» le règne animal que des exceptions apparentes) par la région antérieure
» locomotrice ».

» Or il existe deux types de larves chez les Éponges.

» Les unes sont celles qui ont une vraie *blastula* formée d'une seule couche de cellules entourant une cavité centrale vide. Celles-là :

» 1° N'ont pas les cils plus développés ni plus actifs en avant que dans les autres points;

» 2° Se fixent au stade *gastrula*, après l'invagination, jamais au stade *blastula*;

([1]) J'ai étudié autre part certains processus modificateurs au point de vue de leur action intime sur les éléments du corps (*Revue scientifique*, 19 juin 1897).

([2]) Voir la première Note de M. Delage dans le numéro du 14 février et la réponse de M. Perrier dans celui du 21.

» 3° Se fixent par le blastopore, c'est-à-dire par un point correspondant à la partie postérieure de la *gastrula* et à la partie moyenne équatoriale de la *blastula*.

» Les autres sont celles qui ont dans leur cavité intérieure un contenu cellulaire. Celles-là :

» 1° Quand certains de leurs cils sont plus développés et plus actifs que les autres, ce sont ceux de la partie postérieure; l'extrémité antérieure en est même parfois tout à fait dépourvue;

» 2° Se fixent à l'état de *parenchymula* même lorsqu'elles ont passé par un stade *blastula* libre où elles auraient pu se fixer;

» Se fixent très souvent par un autre point que l'extrémité antérieure et ne s'en développent pas moins bien pour cela.

» Et ce que j'avance ici n'est pas seulement le résultat de mes propres recherches, c'est ce qui a été reconnu et est admis sans discussion par tous ceux qui ont étudié les Éponges.

» Je pourrais m'en tenir là, mais je demande à user de la circonstance pour ajouter quelques observations.

» M. le professeur Perrier fait remarquer que les arguments donnés par lui en faveur de la séparation des Spongiaires et des Cœlentérés remontent à seize années; mais les opinions sont restées partagées.

» En ce qui concerne la distinction de l'endoderme et de l'ectoderme, je ferai remarquer que la conception des feuillets est essentiellement morphologique et non physiologique, et que l'on ne saurait faire reposer leur définition sur la situation qu'ils prennent, l'un par rapport à l'autre, dans l'invagination. En faisant ainsi, M. le professeur Perrier veut s'appuyer sur un caractère morphologique, les connexions de ces deux membranes. Mais une connexion n'a de valeur que quand elle est primitive, et celle des feuillets, l'un au dedans, l'autre au dehors, ne l'est pas, puisque, chez la *blastula*, l'un et l'autre font également partie de la surface de l'ovoïde; leur connexion, chez la *gastrula*, est le résultat d'un phénomène physiologique, l'invagination. Définir les feuillets par leur situation réciproque après l'invagination, c'est donc, en somme, les définir par un caractère physiologique; tandis qu'ils doivent être définis, comme je l'ai fait, par leurs caractères histologiques, caractères parfaitement objectifs, qui n'ont rien de métaphysique et présentent une uniformité remarquable dans le règne animal.

» En présence des différences capitales que j'ai signalées entre les Spongiaires et les autres animaux, on n'a le choix qu'entre deux alterna-

tives : ou dire que le sens de l'invagination est resté normal, mais que l'endoderme s'est déguisé en ectoderme, et réciproquement : ou admettre, comme je l'ai fait, que les feuillets ont gardé, chez les Éponges, les caractères histologiques qu'ils ont dans tout le reste du règne animal, et que le sens de l'invagination s'est renversé. Or on ne voit pas quelle pourrait être la raison d'un échange de caractères, tandis que l'on conçoit fort bien que le sens de l'invagination puisse se renverser, et cela pour des causes peut-être fort peu significatives en elles-mêmes. Ne voit-on pas les larves de *Pluteus,* sous l'influence de l'addition de quelques millièmes de chlorure de lithium à l'eau où elles vivent, ou même d'une simple élévation de température de quelques degrés, modifier complètement leur invagination et même la renverser au dehors, comme l'ont montré Herbst, Driesch, Gurwitsch, etc.?

» J'ajoute, en terminant, qu'en créant les termes *Enantioderma*, *Enantiozoa*, j'ai voulu seulement caractériser par un mot un fait remarquable, et non proposer un nom pour remplacer ceux qui existent déjà. Je n'ai point le goût de ces innovations et, dans le *Traité de Zoologie* que je publie avec la collaboration de M. Hérouard, je continue à donner aux Éponges le nom sous lequel elles sont connues de tous. »

ZOOLOGIE. — *Sur un type nouveau de Copépode gallicole.* Note de M. **Jules Bonnier**.

« Parmi les Crustacés parasites recueillis durant les campagnes de l'*Hirondelle* et de la *Princesse-Alice* et dont le Prince de Monaco a bien voulu me confier l'examen, se trouve un Copépode dont l'étude présente un double intérêt : il est l'unique représentant d'une famille nouvelle; il détermine, sur son hôte, une véritable galle, comme celle que produit un Cynipide sur une feuille de chêne, ou mieux, ce que M. Giard a appelé une *zoothylacie*, comparable à celles que l'on rencontre chez certains Homoptères parasités par des Hyménoptères (*Proctotrypidæ*).

» Ce Copépode vit aux dépens d'un Oursin mou des profondeurs (*Phormosoma uranus*); il forme, sur le test de son hôte, des galles saillantes à l'intérieur de la cavité du corps de l'Echinide, et creusées de cavités parfaitement sphériques, mesurant de 7^{mm} à 11^{mm} de diamètre. Chacune de ces galles, à paroi épaisse ($1^{mm},5$ à 2^{mm}), est mise en communication avec l'extérieur par une petite ouverture circulaire ($1^{mm},5$ de dia-

mètre). Le parasite, ou plutôt le couple de parasites qui y est contenu, ne peut donc se nourrir que des produits de sécrétion ou d'excrétion de l'Oursin, ou encore de ce que les mouvements des piquants ou des pédicellaires de son hôte amènent à sa portée.

» Le dimorphisme des deux sexes est assez prononcé, surtout en ce qui concerne la taille. La femelle adulte est à peu près sphérique et mesure $2^{mm},7$ de haut sur $3^{mm},4$ de large : les appendices du corps ne sont plus représentés que par une paire d'antennules robustes de sept articles, une paire d'antennes de quatre articles, des mandibules rudimentaires, une paire de maxilles de structure compliquée et une *unique* paire de maxillipèdes de trois articles terminés par de fortes griffes recourbées; le rostre est constitué par la réunion de la lèvre supérieure et des paragnathes et forme une sorte d'atrium prébuccal, où pénètrent seules les extrémités des maxilles, tandis que les mandibules sont insérées au dehors et n'ont pas de rôle dans la préhension ou la mastication des aliments. Les segments thoraciques sont encore partiellement visibles; le corps se termine par une furca ramenée à la face ventrale par la courbure du corps. De chaque côté de cette furca se trouve une paire d'énormes ouvertures génitales, auxquelles s'attachent deux longs boyaux ovigères qui se recourbent en arrière sur le dos de la femelle. Le mâle est moins déformé et de taille plus réduite : il n'atteint pas 2^{mm} de long, et ses appendices sont identiques à ceux de l'autre sexe.

» Comme ces Cymothoadiens, décrits par Herklots et Max Weber, qui se logent dans des invaginations de l'abdomen de certains Poissons des rivières de Java, ces Copépodes sont condamnés à passer leur existence entière dans leur étroite prison. La femelle, sans remplir exactement la cavité interne de la galle, est trop volumineuse pour pouvoir sortir par l'unique petite ouverture qui la met en communication avec l'extérieur; il faut briser le test de l'Oursin pour l'extraire. Quant aux mâles, ils peuvent bien, grâce à leur taille plus réduite, s'échapper de leur logette (ils avaient même roulé pêle-mêle au fond du bocal contenant les fragments de leur hôte); mais l'absence complète d'organes locomoteurs et la transformation des maxillipèdes en organes de fixation font présumer que toute vie errante, hors de leurs cellules, leur est interdite. Seuls les embryons peuvent s'échapper pour se mettre à la recherche d'un nouvel hôte.

» A première vue ce Copépode, que je désignerai sous le nom de *Pionodesmotes phormosomæ*, fait penser aux *Choniostomatidæ*, parasites des Arthrostracés; mais il s'en distingue par la présence de la deuxième antenne parfaitement développée, par l'absence de ventouse prébuccale, par la paire *unique* de maxillipèdes qui, chez ces derniers, est représentée par une *double* paire d'appendices; enfin, comme chez la plupart des Copépodes, il n'y a que deux ovisacs qui restent fixés, jusqu'à l'éclosion des embryons, aux ouvertures génitales de la femelle, au lieu de ces paquets d'œufs multiples et pondus librement qui ne se rencontrent que chez les seuls Choniostomatides. Il y a donc lieu de créer, pour ce parasite des *Phormosoma*, une famille nouvelle qui, par l'existence d'une cavité pré-

buccale constituée par la lèvre supérieure et les paragnathes, rentre dans l'ensemble que Canu a désigné sous le nom d'*Auliostoma* et qui comprend, outre les *Choniostomatidæ* et les *Hersiliidæ*, parasites des Crustacés, les *Nereïdicolidæ* et les *Herpyllobiidæ*, parasites des Annélides. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur une graminée du Soudan*. Note de M. **Dybowski**, présentée par M. Aimé Girard.

« Les indigènes du Soudan ne font pas entrer, comme on le sait, dans leur alimentation, les céréales cultivées en Europe. Celles-ci sont remplacées par d'autres produits et particulièrement par le maïs, le sorgho et le riz de montagne. A ces graminées dont l'usage est depuis longtemps connu il en faut ajouter une autre qui, bien que d'un emploi très répandu, n'avait pas encore été classée parmi les céréales alimentaires.

» Il s'agit d'une herbe aux rameaux ténus, aux épis grêles et qui cependant produit un grain très recherché par les indigènes du Soudan auxquels elle fournit un appoint important dans l'alimentation courante.

» Cette graminée est désignée sous les noms botaniques de *Digitaria longiflora* de Posoon, ou sous celui de *Paspalum longiflorum* de Retz ([1]). Elle croît à l'état spontané dans toute la région tropicale et subtropicale de l'ancien monde où elle couvre parfois de vastes plaines. Mais nulle part elle n'a été signalée comme alimentaire en dehors du Soudan occidental. Le capitaine Binger, dans la relation de son remarquable voyage, dit qu'elle concourt à l'alimentation des indigènes du Soudan central.

» En Guinée française, dans le Fouta-Djalon, où elle est connue sous le nom indigène de *foundounié*, elle est l'objet d'une culture régulièrement pratiquée.

» La plante cultivée diffère du type sauvage par ses achaines plus gros et surtout plus ovoïdes; elle offre en même temps cette particularité d'être complètement glabre alors qu'à l'état spontané elle est hispide. De plus, les glumes sont peu adhérentes et la graine se moud avec la plus grande facilité.

» En Guinée française, la culture se fait en répandant la graine sur le sol, que l'on a débarrassé de la brousse par l'incendie. En trois mois, la plante se développe et porte graines. Celles-ci se séparent facilement par le

---

([1]) *Ex Hookes fl. ind.*, t. IV; p. 17.

battage. On les moud en les triturant dans un mortier en bois. La semoule que l'on obtient ainsi constitue un aliment d'une très haute valeur nutritive.

» L'analyse chimique montre, en effet, que la composition de ces graines les rapproche beaucoup du riz; cependant elle s'en distingue par une abondance plus grande de matières grasses, qui se trouvent être en quantité sensiblement égale à celle que renferment les graines de millet.

Composition chimique des graines du Paspalum longiflorum *Retz comparée aux autres graminées.*

	Paspalum.	Millet.	Blé.	Seigle.	Orge.	Maïs	Riz.	Sarrasin.
Eau	9,20	11,66	13,65	15,06	13,77	13,12	13,11	11,93
Protéine	7,67	9,25	12,35	11,52	11,14	9,85	7,85	10,30
Matières grasses	5,34	3,50	1,75	1,79	2,16	4,62	0,88	2,81
Amidon et dextrine	73,33	65,95	67,91	67,81	66,93	68,41	76,52	55,81
Ligneux	2,56	7,29	2,53	2,01	3,31	2,49	0,63	16,43
Cendres	3,90	2,35	1,81	1,81	2,69	1,51	1,01	2,72

» Le son est relativement peu abondant. Il représente 9,75 pour 100 du poids de la graine.

» L'examen microscopique montre que les grains d'amidon du *Paspalum longiflorum* ont une grande analogie avec ceux du maïs dont ils se distinguent cependant avec facilité par leurs dimensions plus faibles, puisqu'ils ne mesurent jamais plus de 19 millièmes de millimètre. Tous les grains sont de volume sensiblement uniforme et l'on n'en rencontre que peu mesurant moins de 12 millièmes de millimètre. La forme du hile établit également un caractère optique très net; il est, en effet, large et présente une forme anfractueuse.

» Par ses qualités nutritives et la facilité de sa culture, cette graminée mérite d'être rangée au nombre des plus utiles céréales; il peut être intéressant d'en encourager la culture dans nos colonies. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Une station préhistorique au mont d'Huberville, près Valognes.* Note de M. **Le Nordez**, présentée par M. Ém. Blanchard.

« Je prends chaque année mes vacances en Basse-Normandie, et l'habitation que j'y occupe est située sur une colline appelée le mont d'Huber-

ville. Cette colline se trouve à environ 5^{km} sud-est de Valognes, à 3^{km} nord-est de Monchany.

» Lors de l'un de mes derniers séjours, visitant un cultivateur de mes voisins, j'aperçus, sur un des meubles de son logis, un silex taillé en forme de couteau à double tranchant et légèrement dentelé. Je m'enquis de l'origine de ce silex et j'appris que les enfants de cette famille l'avaient trouvé à fleur de terre, dans un champ voisin, avec un assez grand nombre d'autres pierres de même nature et de forme à peu près semblable.

» Malheureusement, après les avoir recueillies, les enfants s'en étaient servis dans leurs jeux et les avaient dispersées.

» Sur mon désir, toutefois, les membres de cette famille et leurs serviteurs s'occupèrent de recueillir les silex qu'ils aperçurent depuis, et ils ont pu m'en remettre une centaine environ de formes variées.

» Cette modeste collection comprend des couteaux, des grattoirs, etc.

» Je dois mentionner encore un grand nombre de pierres, de la nature dite *quartzite,* je crois, que j'ai trouvées moi-même, soit à fleur de terre, soit à quelque profondeur. Toutes se font remarquer par une forme conique assez irrégulière, mais bien visible. Leur grosseur varie. La main les tient facilement et semble s'y adapter naturellement.

» Il m'a paru que j'avais trouvé en cet endroit les restes d'un atelier ou manufacture de silex. Les débris et fragments sans forme déterminée y sont en effet particulièrement abondants. Les instruments proprement dits et taillés avec art et intention visible ne s'y trouvent qu'en minorité.

» Il ne sera peut-être pas sans intérêt d'ajouter à ces détails quelques renseignements sur la topographie des lieux. La ferme près de laquelle se trouve le champ où l'on a découvert ces fragments porte le nom de *Brulius*. Ce nom-là vient, je pense, du nom de plusieurs champs incultes où pousse abondamment un arbre appelé *Bois-Jan* (ulex) qui sert au chauffage des fours.

» Cette ferme occupe le versant de la colline située au midi. Au bas du champ où l'on trouve le silex, coule une petite rivière; la mer se trouve à deux lieues à l'est; le rivage abonde en silex dits *pierres à feu.*

» Aux siècles derniers, toute la colline et les environs étaient couverts de bois. On les détruisit en grande partie à l'époque de la Révolution.

» A quelques cents mètres de Brulius, on a trouvé une plaque de ceinture romaine en or et un peu plus loin, à l'endroit appelé le *camp Cauvet* (*Caveat,* faites bonne garde), on a trouvé un grand nombre de coins celtiques et quelques armes.

» A cinq ou six lieues du mont d'Huberville, on a, il y a une quinzaine d'années, trouvé à Bretteville une quantité considérable de silex de diverses époques. Il y avait là une station préhistorique. Les instruments trouvés en cet endroit varient selon les couches de terrains; il semble ressortir de cette remarque que les hommes y ont longtemps habité. »

M. **J. Miffre** adresse une deuxième Note intitulée : « Nouveau système astronomique ».

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

ERRATA.

(Séance du 28 février 1898.)

Note de M. *Stanislas Meunier*, Contribution à la géologie du bas Sénégal :

Page 668, ligne 8 en remontant, *au lieu de* Diskoul, *lisez* Diokoul.
Même page, ligne 3 en remontant, *au lieu de* 20 pour 100, *lisez* 5 pour 100.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve électrique. Composés azotés en présence de l'azote libre;* par M. **Berthelot**.

« Les actions exercées par l'effluve électrique sur les composés azotés méritent une attention particulière, au double point de vue des transformations propres de ces composés et des combinaisons que beaucoup d'entre eux contractent avec l'azote lui-même ; quelques-uns, au contraire, laissent dégager une portion de cet élément. Dans le premier cas, surtout, ils manifestent de la façon la plus directe l'aptitude de l'effluve à provoquer la formation des molécules condensées et polyazotées. J'ai expérimenté sur des principes azotés très variés et embrassant des exemples choisis dans leurs classes fondamentales, telles que : les alcalis, monoamines et polyamines, alcalis primaires, secondaires, tertiaires, appartenant d'ailleurs aux séries grasses, benzénique, pyridique, etc.;

» Les amides simples et complexes de divers groupes;

» Les nitriles; les dérivés de l'hydroxylamine et de l'hydrazine, les composés nitrés, etc.

» Je vais exposer brièvement les résultats observés.

A. — AMINES. MONAMINES DE LA SÉRIE GRASSE.

I. — MÉTHYLAMINE : $CH^3.AzH^2$.

» Gaz et azote à volumes égaux. — Vingt-quatre heures.

$$100^{vol}\,CH^5Az + 104^{vol},7\,Az^2.$$

» Décomposition complète :

Gaz initial......	$CH^5Az = 100$	Gaz final......	$H^2 = 142,4$
		Az^2 dégagé....	$14,1$

Ni C^2H^2, ni carbure d'hydrogène; produit solide alcalin.

» Rapports des éléments condensés :

$$CH^{2,15}Az^{0,72} \quad \text{ou} \quad C^6H^{12}Az^4 \text{ sensiblement.}$$

» Ce serait la formule de l'hexaméthylène tétramine.

» Voici maintenant les expériences exécutées sur des alcalis secondaires et tertiaires.

II. — DIMÉTHYLAMINE : $(CH^3)^2AzH$.

» 1^{vol} gaz. + $1^{vol},5$ azote. — Vingt-quatre heures.

Gaz initial...	$C^2H^7Az = 100$	Gaz final.......	$H^2 = 159,3$
			$CH^4 = 3,7$
		Azote absorbé ..	$8,7$

» Rapports des éléments condensés :

$$C^2H^{3,75}Az^{1,2},$$

ou plutôt, en les rapportant à un seul résidu méthylique :

$$CH^{1,9}Az^{0,6} \times 2.$$

» Ces rapports sont sensiblement les mêmes que pour la méthylamine; seulement l'azote qui demeure ainsi combiné dans le produit condensé, au lieu d'être tiré entièrement de la molécule de l'alcali primitif, a été emprunté en partie à l'azote libre. Ces rapports conduiraient à $C^6H^{11,2}Az^{3,6}$,

c'est-à-dire sensiblement à l'hexaméthylène tétramine, comme pour la monométhylamine.

III. — Triméthylamine : $(CH^3)^3Az$.

» 1 vol. gaz + 2,5 vol. Az. — Vingt-quatre heures.

Gaz initial....	$C^3H^9Az = 100^{vol}$	Gaz final.....	$H^2 = 195,7$
			$CH^4 = 8,5$
		Az^2 absorbé..	68,1

» Rapports des éléments condensés :

$$C^3H^5Az^{2,4},$$

ou plutôt, en les rapportant à un seul résidu méthylique :

$$CH^{1,7}Az^{0,8},$$

rapports sensiblement les mêmes que pour la méthylamine ; avec cette différence que la majeure partie de l'azote, qui demeure combiné dans le produit condensé, a été empruntée à l'azote libre.

» Ces rapports conduisent à $C^6H^{10,2}Az^{4,8}$, formule qui ne diffère guère de l'hexaméthylènetétramine, mélangée avec une faible dose d'un corps plus riche en azote. L'hexaméthylènetétramine serait donc, pour les trois alcalis, le composé principal qui prend naissance sous l'influence de l'effluve. Mais il emprunte, pour se constituer, tantôt une portion seulement de l'azote combiné dans le produit initial, tantôt la totalité ; tantôt il y joint la dose convenable d'azote libre. La tendance à la formation des polyamines, sous l'influence de l'effluve électrique, demeure ainsi le phénomène dominateur.

IV. — Éthylamine : $C^2H^5.AzH^2$.

» 1 vol. gaz + 1 vol. azote. — Vingt-quatre heures.

Gaz initial....	$C^2H^7Az = 100^{vol}$	Gaz final....	$H^2 = 158,8$
			$C^2H^6 = 2,0$
		Décomposition complète de l'alcali initial, sans dégagement, ni absorption d'azote. Pas de C^2H^2.	

» Rapports des éléments condensés :

$$C^2H^{3,82},$$

c'est-à-dire sensiblement :

$$C^8H^{16}Az^4.$$

» Ce serait une base analogue à l'hexaméthylènetétramine, mais dérivée de 4 molécules éthyliques. La formule est, en apparence, celle d'un homologue; mais, en réalité, la constitution du système est différente, 4 atomes d'azote étant saturés à la façon d'un seul par 6 molécules bivalentes de méthylène, dans le dérivé méthylique; tandis que le même nombre d'atomes d'azote serait saturé par 4 molécules d'éthylène seulement, dans le dérivé éthylique. Il paraît en résulter que le dernier composé est cyclique et constitué avec une perte de plusieurs unités de saturation.

» En tout cas, dans la formation du dérivé éthylique, aussi bien que dans celle du dérivé méthylique, il y a perte d'un peu plus de 2 atomes d'hydrogène, éliminés aux dépens de la molécule génératrice.

V. — Propylamine normale : $C^3H^7.AzH^2$.

» 1 vol. de gaz + $3^{vol},35$ d'azote. — Vingt-quatre heures.

Gaz initial..........	$C^3H^9Az = 100$ vol.	Gaz final..........	$H^2 = 147,9$
		Pas de carbure sensible.	
		Az^2 absorbé $= 26,1$.	

» Rapports des éléments condensés :

$$C^3H^6Az^{1,3}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad C^9H^{18}Az^4 \text{ sensiblement.}$$

» Cette formule répondrait à celle des tétramines dérivées de la méthylamine et de l'éthylamine; mais elle n'est homologue qu'en apparence, ce système étant cyclique : il dérive de 3 molécules de propylène unies à 4 atomes d'azote.

VI. — Isopropylamine : $C^3H^7.AzH^2$.

» 1 vol. de gaz + 2 volumes d'azote. — Vingt-quatre heures.

Gaz initial........	100 vol.	Gaz final........	$H^2 = 160$
			$CH^4 = 2,5$ (ou $0,8\,C^3H^8$)
			Az^2 absorbé $= 30,2$

» Rapports des éléments condensés :

$$C^3H^{5,8}Az^{1,4}.$$

» Ce sont sensiblement les mêmes que pour la propylamine normale; conformément à ce qui a été observé pour les deux propylènes comparés entre eux, pour les deux alcools propyliques, et même, jusqu'à un certain point, pour les deux aldéhydes propyliques.

» Dans tous les cas, la dose d'azote fixée sur les propylamines est plus

considérable pour chaque résidu propylique que pour chaque résidu éthylique dans le dérivé de l'éthylamine, plus encore que pour chaque résidu méthylique dans le dérivé de la méthylamine; c'est-à-dire qu'elle va croissant avec la condensation du carbone dans la molécule originelle. Ainsi, pour chaque atome C du résidu méthylique, il s'est fixé $\frac{2}{3}$Az; pour C^2 du résidu éthylique, il s'est fixé Az; pour C^3 du résidu propylique, il se fixe $\frac{3}{2}$Az.

» Au contraire, si l'on compare la triméthylamine avec ses isomères les propylamines, on trouve que la dose d'azote absorbée par une molécule de triméthylamine, soit $Az^{2,4}$, l'emporte notablement sur la dose fixée sur les propylamines isomères, soit 1,5; de même l'azote absorbé par une molécule de diméthylamine, soit $Az^{1,2}$, surpasse l'azote fixé sur l'éthylamine isomère, soit $Az^{1,0}$. Mais il s'agit, dans cette dernière comparaison, de plusieurs résidus méthyliques comparés à un seul résidu éthylique, ou propylique.

VII. — Allylamine : C^3H^7Az.

» 1 vol. gaz + 5 vol. azote. — Vingt-quatre heures.

Gaz initial.........	$C^3H^7Az = 100$	Gaz final.........	$H^2 = 59$
		Az absorbé ou dégagé, nul	

» Le produit offre une odeur frappante de pipéridine (ou analogue).

» Rapports des éléments condensés :

$$C^3H^{4,8}Az, \quad \text{c'est-à-dire} \quad C^9H^{15}Az^3, \quad \text{ou} \quad C^{12}H^{20}Az^4.$$

» Rappelons que l'allylène a fourni les rapports

$$C^{15}H^{20}Az^2;$$

l'alcool allylique

$$C^9H^{16}Az^2O^3.$$

» Ainsi, dans tous ces cas, le composé allylique condensé renferme moins d'azote que n'en condensent les composés propyliques correspondants.

» Au contraire, le rapport du carbone à l'azote est le même dans le dérivé de l'allylamine et dans le dérivé de la propylamine; ce dernier étant seulement plus riche en hydrogène, comme l'alcali originel.

» Je vais maintenant résumer les essais exécutés sur les alcalis liquides ou solides, dont la tension de vapeur est faible ou nulle; ces essais, n'ayant pu être poussés jusqu'à la limite, sont surtout comparatifs.

B. — MONAMINES DE LA SÉRIE BENZÉNIQUE.

VIII. — Aniline ou phénylamine : C^6H^7Az.

» Quelques décigrammes. Az employé : $17^{cc},1$. — Vingt-quatre heures.
» Azote absorbé : $3^{cc},0$. Pas de gaz formés.

IX. — Méthylaniline : C^7H^9Az.

» Quelques décigrammes. Az employé : $12^{cc},25$. — Vingt-quatre heures.
» Azote absorbé : $9^{cc},75$. Pas de gaz formés.

X. — Benzylamine : C^7H^9Az.

» Vingt-quatre heures.
» Azote absorbé : $2^{cc},8$. H^2 dégagé : $3^{cc},1$.

XI. — Toluidines : C^7H^9Az.

	Ortho.	Para (crist.).	Méta.
Gaz dégagés : H^2....	0	$0^{cc},7$	0
Az absorbé.........	$6^{cc},7$	$5^{cc},8$	$4^{cc},9$
		odeur rappelant l'indol.	

» Ainsi, toutes les monamines de la série benzénique offrent une tendance marquée à absorber l'azote libre, sous l'influence de l'effluve, c'est-à-dire à former des polyamines. Les nouveaux composés sont des alcalis plus puissants que leurs générateurs et bleuissent le papier de tournesol. Ils sont formés sans dégagement notable d'hydrogène.

» Les divers isomères C^7H^9Az réagissent également : les trois toluidines semblablement entre elles ; la benzylamine un peu plus lentement ; la méthylaniline plus vite et d'une façon plus marquée.

C. — MONAMINES DE LA SÉRIE PYRIDIQUE.

XII. — Pyridine : C^5H^5Az.

» $0^{gr},15$ environ. — Az = $13^{cc},9$. — Vingt-quatre heures.
» Réaction non terminée.

Az² absorbé.................... $3^{cc},9$ soit $0^{gr},005$

Pas de gaz dégagés.

» Il résulte de cette observation que la pyridine se change en polyamine en fixant de l'azote.

XIII. — Pipéridine : $C^5H^{11}Az$.

» $0^{gr},15$ environ. — $Az = 11^{cc},4$. — Vingt-quatre heures.

» Réaction incomplète ; odeur de pyridine. — Résine banche.

Gaz dégagés..............	$H^2 = 32^{cc},0$	$CH^4 = 2^{cc},0$
Az^2 absorbé..............	$5^{cc},4$ soit $0^{gr},007$ environ.	

» Rapport entre H dégagé (CH^4 compris) et Az absorbé : $- 7H + Az$.

» Il résulte de ces nombres que la pipéridine perd de l'hydrogène sous l'influence de l'effluve et tend à reproduire la pyridine et ses dérivés polyazotés : ce qui répond bien à la constitution connue de ces deux alcalis.

D. — DIAMINES.

» J'ai étudié deux diamines de la série grasse, trois de la série benzénique, ainsi que la nicotine.

XIV. — Éthylènediamine, anhydre : $C^2H^8Az^2$ — $0^{gr},2$ environ.

$Az = 15^{cc},2$.

» Le volume gazeux augmente rapidement. Après deux heures, il s'est formé 54^{cc} de gaz. L'analyse, exécutée sur une fraction des deux tiers de ce gaz, et calculée pour le volume total, a fourni :

AzH^3........................	3,7
Az^2........................	16,1 (au lieu de $15^{cc},2$)
H^2........................	33,6
CH^4........................	0,6 (ou C^2H^6 — 0,3)

» Ainsi, à ce moment, il s'était produit une décomposition dégageant un peu d'ammoniaque libre, une trace d'azote ($0^{cc},9$) et, surtout, de l'hydrogène libre ; c'est-à-dire que l'éthylènediamine s'est transformée partiellement en une polyamine plus condensée, avec perte d'hydrogène, conformément à ce qui arrive pour l'éthylène et l'alcool éthylique.

» Cependant, la réaction a été poursuivie sur la matière contenue dans le tube à effluve, en présence de la fraction de gaz réservée ($15^{cc},6$). Au

bout de vingt-quatre heures, ce dernier volume avait à peu près triplé, s'étant élevé à $45^{cc},8$; lesquels contenaient :

AzH^3	0,7
Az^2	8,6
H^2	35,5
CH^4	1,0

» Dans la dernière période, il s'était donc dégagé une nouvelle dose d'hydrogène (provenant de la matière non encore altérée), dose à peu près égale à la première. Mais, par contre, il y avait une certaine résorption de l'ammoniaque dégagée et même de l'azote libre, soit

$$15^{cc},2 - 8,6 - 0,6 = 6^{cc},0 \qquad \text{ou} \qquad 0^{gr},0075;$$

absorption d'autant plus digne de remarque qu'une fraction ($1^{cc},3$) a été soustraite sous forme d'ammoniaque, lorsqu'on a prélevé les gaz employés par la première analyse.

» Cependant, en somme, la dose d'azote fixée ne représente qu'une faible fraction, un dixième environ, de l'azote demeuré combiné; elle répond nécessairement à la formation de quelque peu de polyamines, où le rapport atomique de l'azote au carbone est devenu supérieur à celui de 1:1. Toutefois, l'azote surajouté étant en très petite quantité, ce même rapport subsiste à peine altéré pour la plus grande masse.

» Quoi qu'il en soit, le volume total de l'hydrogène dégagé s'élève à $67^{cc},9$; soit $0^{gr},006$; c'est-à-dire à peu près le quart de l'hydrogène combiné dans la matière initiale. La formule en serait ainsi ramenée à $(C^2H^6Az^2)^n$, le composé correspondant étant d'ailleurs de formule condensée, comme l'indique son absence de volatilité.

» Je signale ces rapports principalement à titre d'indication, la diamine n'ayant pas été pesée très rigoureusement, ni son introduction dans l'appareil accomplie sans perte. Cependant tels quels, ils sont significatifs.

» Insistons encore sur ce fait que, dans la présente réaction, comme dans beaucoup d'autres provoquées par l'effluve, on observe deux périodes: aux débuts, le corps mis en expérience se décompose sans absorber d'azote; tandis qu'à la fin on retrouve dans le produit condensé tout le carbone et l'azote, ce dernier ayant même éprouvé une certaine absorption. L'hydrogène seul demeure définitivement éliminé.

XV. — Propylènediamine, anhydre : $C^3H^{10}Az^2$.

» $0^{gr},2$ environ : $Az = 12^{cc},05$.

» Après trois heures, il s'était formé 51^{cc} de gaz. L'analyse, exécutée sur la moitié environ de ce gaz et rapportée par le calcul à la totalité, a fourni :

AzH^3	1,7
Az^2	14,6 (au lieu de 12,05)
H^2	32,7
CH^4	2,0 (ou $C^3H^8 = 0,7$)

» Ainsi il s'était produit à ce moment, comme avec le corps précédent, une décomposition dégageant beaucoup d'hydrogène, un peu d'azote libre ($2^{cc},55$) et un peu d'ammoniaque libre.

» On a continué l'expérience sur la matière contenue dans l'éprouvette, en présence de la fraction de gaz réservée ($27^{cc},3$). Au bout de vingt-quatre heures, celle-ci avait doublé à peu près, s'étant élevée à $52^{cc},6$; soit :

AzH^3	0,5
Az^2	10,6
H^2	40,0
CH^4	1,5 (ou $C^3H^8 = 0,5$)

» Durant la dernière période il s'était dégagé de l'hydrogène, en dose supérieure à la première. En ce qui touche l'azote total, on trouve :

$$12,05 - 10,6 - 1,2 = + 1^{cc},1 \text{ absorbé.}$$

» Comme au début il s'était dégagé $2^{cc},55$ libre et $0^{cc},85$ sous forme de AzH^3, on voit que pendant la seconde période il y avait eu en réalité une légère absorption d'azote libre, comme avec l'éthylènediamine.

» Mais cette dose est trop minime pour modifier sensiblement le rapport de l'azote au carbone dans le produit condensé. Au contraire, le volume total de l'hydrogène dégagé, tout calcul fait, s'élève à 64^{cc}, soit $0^{gr},006$ environ, ou à peu près le cinquième de l'hydrogène contenu dans la matière initiale. Dès lors le système a dû être ramené vers les rapports $(C^3H^8Az^2)^n$, que l'on donne surtout à titre d'indication.

XVI. — PHÉNYLÈNEDIAMINES, CRISTALLISÉES : $C^6H^4(AzH^2)^2$.

» Quelques décigrammes. — Vingt-quatre heures.

	Para.	Méta.
H^2 dégagé	0	$1^{cc},6$
Az^2 absorbé	$2^{cc},6$	$0^{cc},9$

» L'absorption d'azote est faible, quoique positive, comme dans le cas des diamines précédentes. Mais il n'y a pas de dégagement sensible d'hydrogène, pas plus que pour les dérivés benzéniques en général.

XVII. — BENZIDINE CRISTALLISÉE (DIAMIDODIPHÉNYLE) : $C^{12}H^{12}Az^2$.

» Quelques décigrammes. — Vingt-quatre heures.

H^2 dégagé $= 1^{cc},8$; Az^2 absorbé $= 0^{cc},6$

» Mêmes remarques que pour les diamines précédentes.

XVIII. — NICOTINE : $C^{10}H^{14}Az^2$.

H^2 dégagé $= 1^{cc},8$; Az^2 absorbé $= 1^{cc},6$.

» Résultat analogue aux précédents.

E. — AMIDES.

I. — ACÉTAMIDE (AMIDE SIMPLE) : C^2H^5AzO crist.

» Quelques décigrammes. $Az = 13^{cc},1$. — Vingt-quatre heures.

Gaz dégagés	$H^2 = 6^{cc},8$; $CH^4 = 0^{cc},4$
Az^2 absorbé	$= 4^{cc},3$

» Le rapport de l'azote absorbé à l'hydrogène dégagé est celui de $Az : H^3$. Mais les deux phénomènes sont peu accusés, l'acide acétique générateur n'absorbant pas pour son propre compte plus d'un atome d'azote (p. 682) et ne dégageant guère d'hydrogène.

» D'après cette expérience, un amide simple est susceptible d'absorber quelque dose d'azote sous l'influence de l'effluve, cette absorption demeurant en relation avec l'aptitude absorbante de l'acide générateur.

II. — Glycollamine (glycocolle).

» Fonction complexe, acide-alcali. $C^2H^5AzO^2$, cristallisé.

Gaz dégagés.... $H^2 = 1^{cc},8$; $CH^4 = 0,15$; $CO = 0,07$; $CO^2 = 0,8$
Az^2 absorbé.... $= 0^{cc},7$

» La décomposition est faible, ainsi que le volume de l'azote absorbé, ce dernier étant d'ailleurs positif. L'hydrogène n'est pas éliminé davantage qu'avec l'acide générateur (p. 687).

III. — Urée sulfurée (sulfocarbamide) : CH^4Az^2S crist.

H^2 dégagé $= 1^{cc},2$; Az absorbé nul;

ce qui s'explique par la grande richesse relative en azote du composé, le générateur exempt d'azote étant déjà saturé de cet élément dans les urées.

F. — NITRILES.

IV. — Nitrile acétique : C^2H^3Az.

» $0^{gr},3$ environ. — Vingt-quatre heures.

Gaz dégagés.............. $H^2 = 5^{cc},8$; $CH^4 = 0,6$.
Az^2 absorbé.............. $9^{cc},4$ c'est-à-dire $0^{gr},012$.

» Le volume de l'azote absorbé est sensiblement égal à $2\frac{1}{2}$ fois celui de l'hydrogène dégagé.

» Le composé formé est polyazoté; mais sa formule ne peut être déterminée avec certitude.

V. — Nitrile benzoïque : C^7H^5Az.

» $0^{gr},3$ environ.

» Pas de gaz dégagé. Tout l'azote mis en présence a été absorbé, la limite n'étant pas atteinte. Le produit ne bleuit pas le tournesol. Sa formule est nécessairement

$$nC^7H^5Az + Az^2.$$

VI. — Nitrile toluique : C^8H^7Az.

» $Az = 12^{cc},4$. — Vingt-quatre heures. — $0^{gr},3$ environ.

» Pas de gaz dégagé.

Az^2 absorbé...................... $8^{cc},1$.

VII. — Cyanure de benzyle : C^8H^7Az.

» $Az = 17^{cc},5$. — Vingt-quatre heures. — $0^{gr},3$ environ.

» Pas de gaz dégagé. Le produit bleuit le tournesol.

Az^3 absorbé.................... $6^{cc},8$.

» Les deux isomères se comportent à peu près de même, la formule des produits étant

$$nC^8H^7Az + Az^2.$$

» En somme les trois nitriles de la série benzénique forment des composés polyazotés, en ajoutant purement et simplement l'azote à leurs éléments.

G. — DÉRIVÉS DE L'HYDROXYLAMINE ET DE L'HYDRAZINE.

I. — Aldoxime : C^2H^5AzO.

» $0^{gr},2$ environ. — Vingt-quatre heures. — $Az = 11^{cc},1$.

Gaz dégagés....... $H^2 = 5^{cc},4$; $CH^4 = 0,35$; ni CO, ni CO^2.
Az absorbé........ $3^{cc},4$.

» Il y a gain d'azote et perte d'hydrogène.

» Rapports, sensiblement :

$$nC^2H^5AzO + Az - H^2.$$

II. — Phénylhydrazine : $C^6H^8Az^2$ cristallisée.

» Vingt-quatre heures. — $Az = 11^{cc},6$.

Gaz dégagés................ $H^2 = 0,8$; $Az^2 = 0,4$.

» L'hydrogène est conservé dans le composé, conformément à ce qui arrive pour les dérivés benzéniques. D'autre part, le composé n'a pas gagné d'azote; au contraire, il en a perdu une dose légère. Il est remarquable que cette perte ne soit pas plus forte avec un corps aussi peu stable.

H. — COMPOSÉS NITRÉS.

» Ces principes offrent un intérêt spécial, parce qu'ils dérivent des composés oxygénés de l'azote; ce qui les distingue de ceux que nous avons étudiés jusqu'ici.

I. — NITROMÉTHANE : CH^3AzO^2 liquide.

» $0^{gr},2$ environ; $Az = 11^{cc},9$.

Gaz recueillis...... $49^{cc},6$ (vapeur d'eau en plus : $1^{cc},7$)
$H^2 = 5,0$; $O = 5,3$; $CO^2 = 12,3$; $Az^2 = 27,0$
Az dégagé........................ $27 - 11,9 = 15^{cc},1$

» Le mercure est attaqué par oxydation.

» Rapports des éléments dans les produits gazeux :

$$C^{1,17}H^{0,33}AzO^2.$$

» L'effluve a déterminé une oxydation interne de la molécule, avec formation d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et mise en liberté d'azote en grande quantité, et d'un peu d'hydrogène. Une portion notable des éléments demeure dans le produit condensé; sans doute ramené à l'état d'amide par une réduction complémentaire du départ de l'oxygène et attestée d'ailleurs par la mise en liberté d'un peu d'hydrogène. Les rapports des éléments dans le produit condensé sont les suivants, sans aucune hypothèse :

$$C^{n-1,17}H^{3n-0,33}(AzO^2)^{n-1}.$$

» En posant $n = 2$, on aurait

$$(CH^2)^{0,83}Az, 2H^2O.$$

» Cette relation, donnée comme pure indication, fournit au moins une idée générale du sens de la réaction.

II. — NITRÉTHANE : $C^2H^5AzO^2$ liquide.

» $0^{gr},2$ environ. $Az = 11,5$. — Vingt-quatre heures.

» Au début, il y a une augmentation de volume, suivie d'une diminution. A la fin, on a trouvé :

Gaz recueillis, $8^{cc},8$, renfermant
$H^2 = 1,2$; $CO = 0,6$; $CO^2 = 1,0$; vapeur d'eau $= 0,2$; $Az^2 = 5,7$.
Az^2 absorbé .... $5^{cc},8$.

» Odeur d'éther acétique.

» Cette réaction est toute différente de celle du nitrométhane, en raison de la présence d'un plus grand nombre d'atomes de carbone dans la molécule. L'oxygene n'étant plus prédominant, la réaction rentre dans la règle

générale, c'est-à-dire qu'elle est accompagnée par une absorption d'azote. Les autres éléments n'éprouvent que des variations insignifiantes. Les rapports des éléments dans le produit condensé sont dès lors

$$n\,C^2H^5AzO^2 + Az^2.$$

» D'après ces faits, la décomposition du nitrométhane est exceptionnelle, comme celle de l'acide formique (p. 684) au point de vue des réactions de l'effluve.

III. — Nitrobenzine : $C^6H^5AzO^2$.

» $0^{gr},2$ environ. $Az = 12^{cc},65$. — Vingt-quatre heures.

» Aucun gaz ne se dégage.

Az absorbé .... $2^{cc},85$

» Rapports des éléments condensés : $n\,C^6H^5AzO^2 + Az^2$.

» Mêmes conclusions.

K. — COMPOSÉS AZOTÉS DIVERS.

I. Pyrrol : C^4H^5Az, distillé à point fixe. Liquide.

» $0^{gr},4$. — Vingt-quatre heures.

Pas de gaz dégagé. — Az absorbé.................. $3^{cc},4$

Odeur de carbylamine. — Une grande partie du pyrrol inaltérée.

II. Indol : C^8H^7Az cristallisé.

» $0^{gr},2$ environ. — Vingt-quatre heures.

Pas de gaz dégagé. — Az absorbé.................... 6^{cc}

III. Indigotine : $(C^8H^5AzO)^2$, cristallisée.

» Quelques décigrammes. — Vingt-quatre heures.

Gaz dégagés : $H^2 = 0^{cc},3$; $CO = 0,3$; $CO^2 = 0,4$. — Azote absorbé : $0^{cc},65$.

» Il s'agit ici d'une action complexe et d'une molécule condensée.

IV. Azobenzol : $C^{12}H^{10}Az^2$ cristallisé.

» Quelques décigrammes.

Pas de gaz dégagé. — Az absorbé.................. $8^{cc},6$

V. Albumine.

» Le tube intérieur a été enduit à sa surface avec une dissolution d'albumine, et le tout séché à la température ordinaire.

» Poids de l'albumine sèche : $0^{gr},57$. On opérait sur un très gros tube. On l'a introduit dans une éprouvette de grandeur correspondante.

» Az : $17^{cc},7$. — Vingt-quatre heures.

Gaz dégagés : $CO^2 = 2^{cc},0$; $CO = 0,6$; $H^2 = 4,0$. — Azote absorbé : $3^{cc},8$.

Soit $0^{gr},0045$; c'est-à-dire, en millièmes : 7,7.

» Dans un autre essai, la distance des tubes étant plus grande et de l'air étant introduit, au lieu d'azote, on a trouvé seulement, en millièmes, azote fixé : 2,4.

» Ainsi l'albumine fixe de l'azote sous l'influence de l'effluve électrique, résultat intéressant au point de vue des réactions que l'électricité atmosphérique exerce sur les êtres vivants. La proportion de l'azote fixé est d'ailleurs peu considérable, en raison de la grandeur du poids moléculaire du composé (p. 680 et 689).

» En résumé, l'action de l'effluve électrique sur les composés azotés a fourni les résultats suivants :

» 1° La plupart des composés organiques azotés mis en expérience ont fixé une nouvelle dose d'azote sous l'influence de l'effluve, quelle que soit la fonction de ces composés : alcalis, amides, nitriles, oximes, corps nitrés, etc. On a obtenu ainsi des polyamines, polyamides et dérivés condensés.

» Cette absorption s'observe même avec un principe à molécule aussi élevée que l'albumine : résultat intéressant à cause du rôle de ce composé dans l'économie des êtres vivants.

» Quelques exceptions ont été observées pour l'éthylamine, l'allylamine, la phénylhydrazine, l'urée sulfurée et les diamines éthylénique et propylénique, lesquelles sont demeurées à peu près stationnaires, au point de vue de la fixation de l'azote.

» La méthylamine et le nitrométhane ont même perdu de l'azote : sans aucun doute parce que ces deux derniers principes sont les premiers termes des séries homologues, et qu'ils renferment seulement un atome de carbone; le rapport atomique de l'azote au carbone dans les polyamines dérivées des composés monoazotés, sous l'influence de l'effluve, étant généralement inférieur à l'unité.

» Les diamines, dont la molécule est déjà riche en azote, ne fixent cet élément qu'en proportion nulle ou très faible. Au début de la réaction de l'effluve les diamines simples (éthylène et propylènediamine) laissent même dégager quelque dose d'azote, tant à l'état libre que sous forme d'ammoniaque; dose qui se résorbe aussi lors de la constitution ultérieure des polyamines qui subsistent définitivement.

» 2° Les composés qui se rattachent à la série grasse perdent de l'hydrogène, en même temps qu'ils fixent de l'azote; cette perte étant du même ordre que celle des carbures d'hydrogène et des alcools de la même série.

» Elle est notablement plus forte, s'élevant à 3 atomes d'hydrogène environ pour les méthylamines, éthylamines, propylamines; à 2 atomes pour l'allylamine et pour les éthylènediamine et propylènediamine.

» Il se constitue ainsi des composés de formule similaire entre eux, mais dont le caractère cyclique, développé aux dépens de la capacité de saturation de l'azote, est d'autant plus accentué que la molécule originelle renferme un plus grand nombre d'atomes de carbone.

» On observe des exceptions à cet égard pour les composés très oxygénés, tels que le nitréthane et la glycollamine (acide amidoacétique), précisément comme pour les acides gras riches en oxygène.

» Les composés de la série benzénique, le pyrrol, l'indol, ne perdent pas d'hydrogène en absorbant l'azote; pas plus que les carbures d'hydrogène et phénols de cette même série.

» La pyridine ne perd pas non plus d'hydrogène, en absorbant l'azote; tandis que la pipéridine, qui en représente l'hydrure, en fixant l'azote, dégage son excès d'hydrogène, et même, semble-t-il, un atome de plus; précisément comme l'éthylamine et analogues, comparés aux alcools et carbures générateurs.

» 3° Comparons encore les polyamines formées aux dépens des principes d'une même série renfermant le même nombre d'atomes de carbone, tels que carbures, alcools, alcalis : nous observons ici des relations intéressantes. Pour les mettre en évidence, je rapporterai toutes les formules à quatre atomes d'azote, sans prétendre écrire des formules rationnelles, mais uniquement pour préciser les rapports atomiques qui existent entre les éléments dans ces polyamines.

» 1° *Série méthylique*. — Amines dérivées de :

Carbure.	Alcool.	Alcalis primaire, secondaire, tertiaire.
$2C^4H^6Az^2$ ou $C^8H^{12}Az^4$.	$2(C^4H^8Az^2, 2H^2O)$ ou $C^8H^{16}Az^4, 4H^2O$.	$C^6H^{12}Az^4$.

» 2° *Série éthylique.* — Amines dérivées de :

Carbure.	Alcool.	Alcali primaire.	Diamine.
$2C^8H^{16}Az^2$ ou $C^{16}H^{32}Az^4$.	$2(C^4H^4Az^2, 2H^2O)$ ou $C^8H^8Az^4, 4H^2O$.	$2C^4H^8Az^2$ ou $C^8H^{16}Az^4$.	$C^4H^{12}Az^4$.

» 3° *Série propylique.* — Amines dérivées de :

Carbure.	Alcool.	Alcali primaire.	Diamine.
$C^{15}H^{28}Az^4$.	$C^{12}H^{16}Az^4, 4H^2O$.	$C^6H^{18}Az^4$.	$C^6H^{12}Az^4$.

» 4° *Série allylique.* — Amines dérivées de :

Carbure.	Alcool.	Alcali primaire.
$C^{30}H^{40}Az^4$.	$C^{18}H^{20}Az^4, 6H^2O$.	$C^{12}H^{20}Az^4$.

» Ce Tableau fait apparaître les relations suivantes, très dignes d'intérêt.

» Pour un même poids d'azote, la condensation du carbure, comparé à un même nombre d'atomes de carbone, va en croissant du dérivé du carbure à celui de l'alcool (sauf pour la série méthylique monocarbonée), et du dérivé de l'alcool à celui de l'alcali primaire (sauf pour la série éthylique); elle est double pour le dérivé de la diamine, comparé à celui de la monamine.

» 4° Si nous comparons les corps isomères, nous trouvons que les deux propylamines se comportent sensiblement de même; ainsi que les deux propylènes, alcools propyliques, aldéhydes propyliques. De même le nitrile toluique et le cyanure benzylique; de même les deux phénylènediamines et les trois toluidines ortho, meta, para, alcalis primaires. Mais la benzylamine, alcali primaire, absorbe plus mal l'azote que la toluidine; la méthylaniline, alcali secondaire, au contraire, l'absorbe mieux; comme si les deux résidus méthylique et phénylique, demeurés distincts, agissaient cumulativement.

» 5° Insistons sur ce caractère cumulatif, en tant que lié avec le nombre des molécules génératrices. Il s'accuse d'une façon plus nette encore dans la diméthylamine, alcali secondaire, comparée à l'éthylamine, alcali primaire, et dans la triméthylamine, alcali tertiaire, comparée aux propylamines, alcalis primaires. Ces alcalis, dérivés de plusieurs molécules d'alcools, fixent aussi, dans les divers cas, plus d'azote que les alcalis primaires, dérivés d'une seule molécule.

» Ajoutons même que la dose d'azote fixée par les alcalis des trois ordres semble proportionnelle au nombre de molécules de l'alcool générateur;

la même polyamine semblant engendrée par les trois alcalis dérivés d'un même alcool.

» Cette relation cumulative se retrouve d'ailleurs sous une forme plus générale dans l'étude de la réaction de l'effluve sur les éthers dérivés, soit de deux molécules alcooliques, soit d'une molécule aldéhydique et de deux molécules alcooliques, soit d'une molécule acide et d'une molécule alcoolique.

» Une telle relation mérite d'autant plus l'attention qu'elle est de nature à expliquer la diversité qui existe entre l'aptitude à fixer l'azote libre dans les diverses bases homologues de la série grasse. J'ai signalé plus haut cette relation entre les trois bases méthyliques. Elle s'applique également à la comparaison entre la méthylamine, l'éthylamine et la propylamine : la première perdant de l'azote, parce qu'elle en renferme une dose plus forte que celle que comporte son dérivé condensé, l'hexaméthylènetétramine; tandis que l'éthylamine ne perd ni ne gagne d'azote, parce qu'elle en contient déjà la même dose que son dérivé condensé; la propylamine, au contraire, doit gagner de l'azote pour former la polyamine correspondante.

» 6° Voici une relation plus générale, et applicable aux composés qui fixent de l'azote par simple addition, *sans élimination d'hydrogène;* quelle que soit la fonction de ces composés, carbures, alcools, aldéhydes, acides, alcalis. De tels composés, obtenus sous l'influence de l'effluve, se comportent en général comme des amines, ou des amides. De là résultent diverses conséquences au point de vue de la saturation des éléments, et de la constitution des composés résultants. En effet, chaque atome d'azote fixé exigeant trois atomicités pour sa saturation, la constitution d'une molécule formée par voie d'addition réclamera deux atomes d'azote, comportera six unités de saturation. Nous devrons donc retrouver cette capacité de saturation, satisfaite dans le composé résultant; à moins que ce composé n'ait acquis une constitution cyclique. Dans aucun cas d'ailleurs, le composé azoté ne pourra dériver du principe qui l'aura engendré, par une substitution simple de AzH^2, ou de AzH, ou de Az, à l'hydrogène. Ce dernier élément n'ayant subi aucune élimination dans la réaction de l'effluve, le composé azoté nouveau ne saurait dériver par substitution que d'un composé plus hydrogéné. Dans le cas de la série benzénique, par exemple, il ne dérivera pas de la benzine elle-même, mais de ses hydrures. De même pour les composés azotés formés par addition pure et simple au moyen des corps des séries pyridiques, indoliques, etc.

» Cette même relation devra exister pour les composés oxygénés qui dérivent des amides et amines, de formation électrique, lorsque l'on voudra en séparer l'ammoniaque, en vertu de phénomènes d'hydratation (hydrolyse). De telles relations, propres à la série benzénique, contrastent avec la formation des polyamines, engendrées par les carbures et alcools de la série grasse, formations dans lesquelles on observe, en général, une perte d'hydrogène, susceptible de ramener les composés à une constitution cyclique. De telle sorte que les corps résultants sont à la fois moins hydrogénés que ceux de la série grasse et plus hydrogénés que ceux de la série benzénique.

» Ce sont là des caractéristiques essentielles du nouvel ordre de réactions électriques, au point de vue de la synthèse. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage de l'oxyde de carbone dilué dans de grandes quantités d'air*, par M. ARMAND GAUTIER.

« Depuis plusieurs années je suis chargé par le Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine et la Ville de Paris d'étudier la composition des fumées issues des foyers de toutes sortes qui rejettent dans l'atmosphère urbaine leurs résidus gazeux, incommodes ou délétères. J'étais en train d'écrire les résultats de ce long Travail, dont la publication va commencer cette semaine même, lorsque la Note de M. Nicloux sur le dosage de l'oxyde de carbone mélangé à de grands volumes d'air, Note parue au dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 746), m'est tombée sous les yeux.

» Quoique, par un détail, cette méthode diffère de la mienne, je dois dire que l'oxydation de l'oxyde de carbone par l'anhydride iodique me sert depuis sept à huit années à doser l'oxyde de carbone dilué dans l'air au 1000e et même au 20 000e, que mes préparateurs et élèves s'en servent et la connaissent, et que mon collaborateur, M. H. Hélier, dans sa Thèse de doctorat ès sciences (*Thèses de la Faculté des Sciences de Paris*, 13 mai 1896, p. 39), a décrit cette méthode telle que je l'avais instituée à cette époque et qu'elle lui a servi pour doser l'oxyde de carbone dans le méthane et différents autres gaz.

» Après avoir vu, comme M. Ditte, que l'oxyde de carbone réduit l'acide iodique anhydre en mettant l'iode en liberté, j'ai constaté que cette réaction avait lieu pour ce gaz, même lorsqu'il est dilué de 20 000 fois

son volume d'air pur, et que la réaction est totale et facile à 60° et même à 45°, quoique plus lentement; j'ai observé aussi que la plupart des hydrocarbures n'agissaient pas à ces températures, à l'exception toutefois de l'acétylène, qui commence à s'oxyder très sensiblement à 60° en mettant l'iode en liberté. Au début, je recueillais cet iode sur un rouleau peu serré de toile de cuivre réduit dans certaines conditions, pesé au décimilligramme et placé dans l'une des branches d'un long tube spécial en U, chauffé dans l'eau bouillante et contenant l'anhydride iodique dans l'autre branche, celle par où arrive l'air. L'augmentation de poids du cuivre donnait celui de l'iode mis en liberté ([1]). Plus tard, j'ai préféré doser l'acide carbonique qui se forme et que je recueillais d'après la méthode délicate, mais très précise, donnée par M. A. Muntz pour déterminer exactement l'acide carbonique de l'air atmosphérique ([2]).

» Je ferai très prochainement connaître à l'Académie mes appareils et mes résultats numériques.

» Mais que l'on dose l'oxyde de carbone ainsi répandu à l'état de traces dans l'air respirable en mesurant l'acide carbonique qu'il forme au contact de l'anhydride iodique, ou en pesant l'iode déplacé dans ces conditions, ou en recueillant cet iode pour mesurer ensuite la coloration qu'il communique au sulfure de carbone ou au chloroforme, comme le fait M. Nicloux, la vraie difficulté, celle qui m'a longtemps arrêté, en dehors de la dilution extrême qu'il fallait démontrer être presque indifférente et ne pas fausser les résultats, tient à deux autres causes : d'une part, quelques gaz hydrocarbonés s'oxydent (surtout à 150°) au contact de l'anhydride iodique; tels le gaz acétylène en particulier, gaz qui se forme dans nos foyers, partout où l'air est en trop faible proportion (*Berthelot*, *Scheurer-Kestner*) et qui réduit pour son compte l'acide iodique, quoique plus difficilement que ne le fait l'oxyde de carbone, déjà vers 50° à 60°. D'autre part, certains gaz, comme l'éthylène, qui ne s'oxydent cependant que très difficilement à ces températures, jouissent de la singulière propriété d'empêcher l'oxydation de l'oxyde de carbone quand ils sont mélangés à lui, même en faibles proportions. Il ne suffit donc pas pour

([1]) Un centimètre cube de CO dilué en 10^{lit} d'air met, dans ces conditions, en liberté $2^{mgr},27$ d'iode, quantité facilement pondérable et que j'ai reconnu se produire en proportion théorique.

([2]) Voir *Annales de l'Institut agronomique*, p. 82; 1881. Supplément au n° 7.

obtenir des résultats exacts de laver l'air avant son passage sur l'acide iodique à travers des lessives alcalines qui arrêtent l'hydrogène sulfuré ou l'acide sulfureux.

» J'ajoute enfin, à propos de la réduction des iodates par l'acide nitreux en présence de l'acide sulfurique étendu, que cette réaction est délicate, qu'elle ne se produit pas instantanément à froid et qu'elle est même infidèle avec certaines dilutions et proportions d'acide nitreux. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'importance du sucre considéré comme aliment. Nouvelle démonstration de la supériorité de la valeur nutritive du sucre sur celle de la graisse, eu égard à la valeur thermogène respective de ces deux aliments simples,* par M. **A. Chauveau**.

« Dans la séance du 20 décembre 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1070), j'exposais les résultats de quelques expériences comparatives sur la valeur nutritive que possèdent respectivement la graisse et le sucre introduits dans une ration de production de travail. Ces expériences se rapportaient à l'étude d'une des plus importantes et des plus délicates questions de l'énergétique musculaire, à savoir quel est le potentiel que transforme le tissu du muscle, pour se procurer l'énergie nécessaire à son travail physiologique. Les résultats que j'ai obtenus ajoutaient une nouvelle démonstration à celles, fort nombreuses, sur lesquelles j'avais établi les deux propositions suivantes : 1° *C'est la combustion du glycogène incorporé au tissu musculaire qui met au service de ce tissu l'énergie dont il a besoin pour son travail.* 2° *La fonction glycogénique de Claude Bernard fournit incessamment les matériaux de remplacement qui alimentent les réserves de glycogène musculaire incessamment consommées.*

» Ces propositions étaient de nature à heurter les habitudes d'esprit des partisans systématiques de la théorie des poids et des substitutions isodynames en Bromatologie. Ma nouvelle démonstration a aggravé ce conflit, en ce sens qu'elle fait ressortir directement la grande discordance qui existe entre ladite théorie et toute une catégorie de faits importants.

» Avant de chercher une explication à cette discordance, il convenait de s'assurer qu'elle existe bien réellement. C'est à quoi va servir le récit de l'expérience suivante, lequel pourra être suivi de beaucoup d'autres.

» EXPÉRIENCE. — Depuis quelques semaines, la chienne qui a fait l'objet des expériences racontées dans la séance du 20 décembre dernier se maintenait à peu près

exactement en équilibre de poids, en continuant à être soumise aux conditions de la dernière série de ces expériences, conditions qu'il est indispensable de rappeler ici.

» 1° *Ration alimentaire.* — Le sujet recevait le matin à $7^h 30^m$, en alternance tous les cinq jours ou tous les trois jours, l'une des deux rations suivantes :

A.		Valeur thermique.	B.		Valeur thermique.
	gr	Cal		gr	Cal
Viande dégraissée......	500	479	Viande dégraissée......	500	479
Saindoux............	110	1034	Sucre................	168	665,6
Eau.................	400	»	Eau..................	400	»
Valeur énergétique totale de la ration.........		1513	Valeur énergétique totale de la ration..........		1144,6

» Ainsi, au point de vue énergique, $\frac{B}{A} = \frac{1144,6}{1513} = 0,756$.

» Donc, le potentiel de la première ration, celle où figure la graisse, valant 1, le potentiel de la seconde, celle où figure le sucre, atteignait seulement 0,756.

» 2° *Travail.* — Le sujet étant en pleine digestion, on le soumettait, dans la roue-caisse *ad hoc,* à l'exercice du trop allongé, pendant deux heures exactement. Le chemin parcouru était environ 25^{km} à 26^{km}.

» C'est en faisant le travail musculaire exigé par cet exercice que le sujet s'entretenait à peu près de même, avec les deux rations précitées, si différentes pourtant par leur valeur énergétique.

» Quand je dis que le poids restait à peu près le même, je ne suis pas tout à fait exact. En réalité, la courbe des poids fléchissait toujours un peu avec la graisse. Mais je n'ai pas cru qu'il fût nécessaire de tenir compte du léger avantage resté encore au sucre dans la circonstance, malgré l'infériorité de sa valeur potentielle.

» Les choses en étaient là, lorsque, par le jeu naturel des lois physiologiques, les conditions intimes du sujet furent profondément modifiées. La chienne devint en chaleur comme au mois d'avril de l'année précédente. Alors les conditions de travail et de nourriture étaient tout autres. L'exercice accompli se réduisait à 12^{km}-13^{km} de parcours dans la roue, et la ration, assez pauvre, contenait le complément ternaire, sucre ou graisse, en proportions exactement isodynames (graisse : 51^{gr}; sucre : 121^{gr}). De plus, la comparaison régulière de ces deux aliments de force ne fut faite que pendant la période dépressive du rut. Cette fois, la comparaison put avoir lieu non seulement pendant cette période de dépression, mais encore pendant la période de restauration qui suivit. Le cours de cette comparaison ne fut interrompu que deux mois et demi après l'apparition des prodromes du rut; la bête, légèrement indisposée, s'était alors refusée à tout travail. Mais, jusqu'à ce moment, rien n'avait été changé aux conditions extérieures de l'expérience : *c'était toujours le même travail journalier, les mêmes rations alternantes qu'avant l'apparition du rut.* Ces rations, dans les nouvelles conditions intimes du sujet, allaient-elles continuer à se montrer presque exactement isotrophiques?

» En tout, cette période nouvelle a duré quatre-vingt-cinq jours et l'alternance de la graisse et du sucre, dans la ration complémentaire, s'y est produite 12 fois, c'est-

à-dire que 12 fois le sucre a été substitué à la graisse et 12 fois la graisse au sucre. Les cinq premières séries ont eu chacune cinq jours de durée; les autres, trois jours seulement. Une des premières séries, la troisième, n'est qu'une sorte de doublement de la seconde, qui était consacrée au sucre. On a remplacé, dans cette troisième série, le sucre de la ration par son poids isodyname d'amidon [1], soit 157^{gr} de la substance à l'état sec.

» Sur le graphique ci-joint, qui résume les principaux faits de l'expérience et qui a été divisé en autant de colonnes verticales qu'on a consacré de jours à cette expérience, les séries sont numérotées de 1 à 25 et marquées de l'initiale du nom de la substance qui formait la ration complémentaire, G, S ou A.

» C'est pendant la série 3, au moment marqué d'une croix sur le graphique, que l'on constata les premiers signes du rut. Ils avaient disparu au cours de la série 11, avant le moment marqué d'un disque croisé, peut-être beaucoup plus tôt : il plane sur la date exacte de cette disparition une certaine incertitude.

» Aucun accroc n'est survenu pendant l'expérience; elle a marché à souhait. Les séries se sont succédé avec la plus grande régularité, tout se passant exactement de la même manière chaque jour et la santé du sujet restant toujours parfaite. Même il arriva, dès le début, que l'excrétion fécale perdit les caractères qui, jusqu'alors, l'avaient distinguée pendant les séries-sucre : *les excréments n'étaient ni plus mous ni rendus plus fréquemment que pendant les séries-graisse*.

» Les moindres particularités de l'expérience ayant été soigneusement notées chaque jour, il fut facile de savoir si l'égalité des conditions expérimentales avait été complètement réalisée. Il n'y a pas à en douter. Vers la fin de l'expérience il y eut une diminution un peu irrégulière des tours de la roue où s'accomplissait le travail, diminution tenant d'une part à un affaiblissement accidentel de la force motrice, d'autre part à la fatigue du sujet, qui était alors plus grande. Mais les irrégularités se manifestèrent également dans les séries-graisse et les séries-sucre. D'un autre côté, la ration d'eau (400^{gr}), toujours intégralement bue pendant le repas avant le travail, dans les cas de ration avec sucre, a été cinq fois, sur quarante, incomplètement prise dans les cas de ration avec graisse. En tout, la différence de boisson bue en quatre-vingt-cinq jours ne s'éleva pas même tout à fait à 500^{gr}. C'est absolument insignifiant. En un mot, on n'eût pu désirer, dans les conditions expérimentales, une identité plus favorable à l'étude comparative visée dans la circonstance.

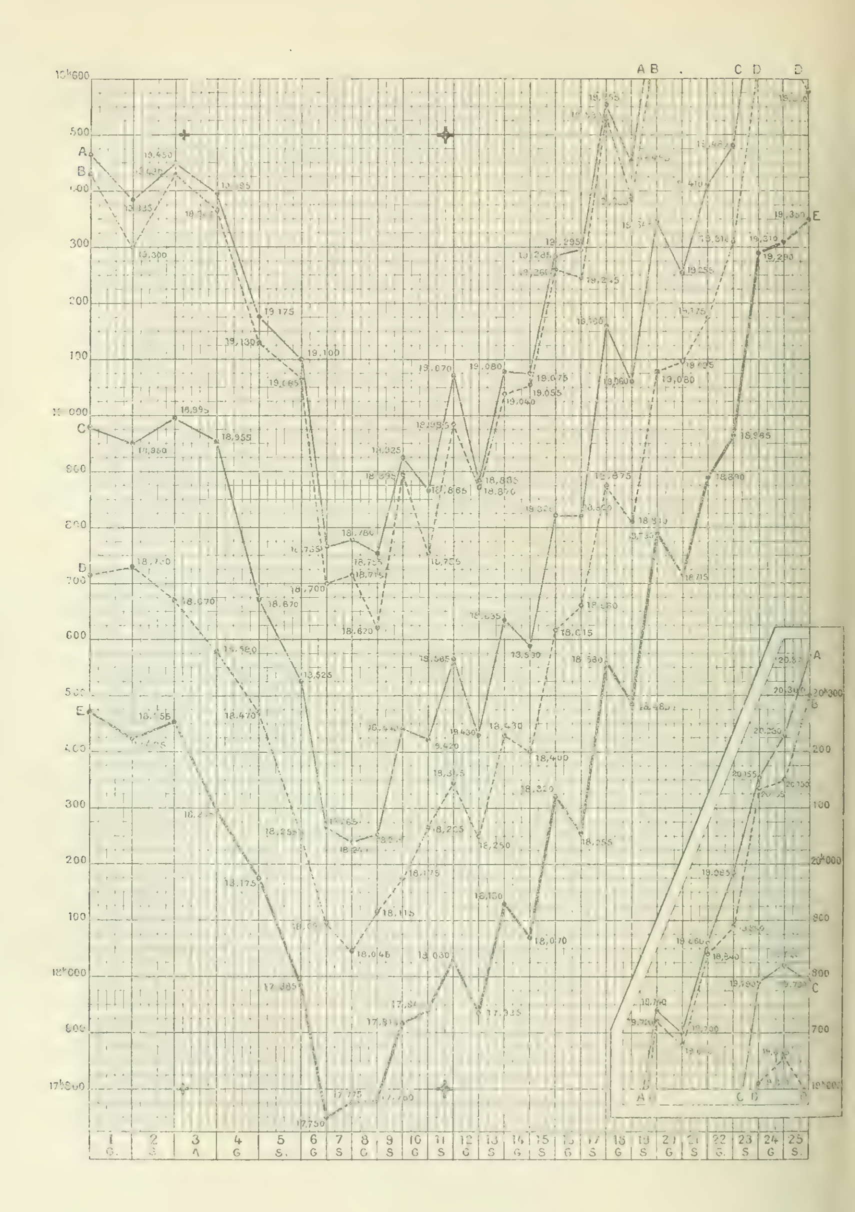
» Pour tirer de cette étude tout le parti possible, on fit chaque jour cinq pesées de l'animal. Cette pratique avait, du reste, précédé de beaucoup la période expérimentale actuelle.

» La première pesée avait lieu le matin, après le repas (courbe A du graphique).

» La deuxième, à 9^{h},30, immédiatement avant le travail (courbe B).

---

(1) Je me réserve de publier à part les résultats d'une étude comparative du sucre et de l'amidon. A l'heure actuelle, mes expériences sur l'amidon sont trop peu nombreuses pour me permettre de me prononcer d'une manière ferme. Je me crois pourtant autorisé à penser qu'en général l'amidon se comporte exactement comme le sucre, quoiqu'il ne possède pas un pouvoir nutritif tout à fait équivalent.



A
B
C
D
E
1 G.
2 S
3 A
4 G
5 S.
6 G
7 S
8 G
9 S
10 G
11 S
12 G
13 S
14 G
15 S
16 G
17 S
18 G
19 S
20 G
21 S
22 G.
23 S
24 G
25 S.

» La troisième, à 11^h30, immédiatement après le travail (courbe C).

» La quatrième, le soir, sept heures et demie après le travail (courbe D).

» La cinquième, le lendemain matin, vingt-trois heures après le repas, dix-neuf heures et demie après le travail (courbe E).

» Les courbes [1] ne reproduisent pas les résultats des pesées journalières. Elles donnent seulement la succession des poids moyens pour chaque série. Ces courbes traduisent quelquefois l'influence des excrétions fécales ou urinaires qui avaient précédé plus ou moins immédiatement les pesées. Mais il n'y a pas à tenir compte de cette influence: elle n'a introduit aucune perturbation dans les résultats cherchés.

» Ce sont les poids du lendemain, ceux de la cinquième pesée, qui intéressent le plus. On aurait donc pu se borner à reproduire la courbe de ces poids, la seule à laquelle nous demanderons nos renseignements. Mais il a paru bon de donner aussi les autres, à titre de moyens de contrôle.

» Au point de vue des faits essentiels dont elle est l'expression, cette courbe des cinquièmes pesées se divise en trois parties bien distinctes, répondant aux trois conditions physiologiques suivantes : état normal, rut, retour à l'état normal.

» La première partie, comprenant les séries 1 et 2 (suite de plusieurs autres semblables), est une ligne brisée, à peu près horizontale, traduisant l'équivalence ou plutôt la quasi-équivalence nutritive des deux rations comparées, rations qui, je le rappellerai, étaient loin de posséder l'équivalence énergétique, puisque le potentiel valant 1 dans l'une (avec graisse) ne valait que 0,756 dans l'autre (avec sucre).

» La deuxième partie de la courbe, comprenant les séries 3 à 6, est une ligne brusquement descendante, montrant la chute rapide de la nutrition influencée par l'état de rut. Mais, dans cette ligne descendante, *continue à se traduire l'équivalence nutritive des deux rations*. La chute de la courbe, en effet, quoique un peu inégale, ne subit aucun arrêt. Contraste frappant avec ce qui était arrivé un an auparavant, dans des conditions physiologiques identiques, *alors que les rations comparées étaient exactement isodynames!* Je rappelle qu'alors la ration sucrée présentait une supériorité marquée sur la ration grasse. (Voir la deuxième partie du graphique I de ma dernière Note dans les *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1075.)

» Après la série 6, la chute de la courbe s'arrête et celle-ci reste à peu près stationnaire dans la région comprenant les séries 7 et 8, où l'équivalence nutritive des deux rations n'a pas encore subi d'atteinte sensible.

» Mais il n'en est plus de même dans les séries suivantes.

» A partir de la série 9, alors que le rut est en voie de disparition, commence la troisième et dernière partie de la courbe, partie brusquement et rapidement ascendante, *dans son ensemble*. Bientôt elle atteint la hauteur de son point de départ, et la dépasse ensuite considérablement. Comme le travail et la ration sont restés les mêmes, celle-ci évidemment a été mieux utilisée. Il n'y a de cette meilleure utilisation qu'une explication plausible : l'organisme, déprimé par l'état de rut, a besoin de se réparer, et alors les albuminoïdes de la partie fondamentale de la ration s'incorporent plus abondamment en nature.

---

(1) La partie terminale des courbes, à partir de la série 19, a dû, faute de place, être coupée et reportée en bas du graphique dans un cadre à part.

» Mais ce n'est pas dans ces caractères d'*ensemble* que réside le principal intérêt présenté par cette dernière partie de la courbe. Il gît dans les détails, qui sont des plus remarquables. L'ascension, en effet, n'est pas régulière. Elle procède par bonds considérables, généralement suivis de courtes chutes. *Or, ces chutes appartiennent aux séries-graisse et les ascensions aux séries-sucre.* C'est donc le sucre qui, dans la circonstance, a été le facteur essentiel de l'accroissement de l'incorporation des albuminoïdes de la ration fondamentale. *Nouvel avantage acquis à la valeur nutritive du sucre, comparée à sa valeur thermique ou dynamique.* Cet avantage pouvait être prévu, étant donné un certain nombre de faits connus. Il est aussi très explicable. Mais ce n'est pas le moment de faire intervenir aucune considération théorique. L'attention ne doit pas être détournée de la constatation purement empirique de la grande différence qui est introduite alors dans les valeurs nutritives des deux aliments simples représentés par le sucre et la graisse. Cette différence se traduit merveilleusement à l'œil dans les courbes. La voici exprimée en chiffres :

» De la série 9 à la série 24, l'animal a augmenté de 1530^{gr} (plus du douzième de son poids). Les parts des huit séries-sucre dans cet accroissement ont été + 135, + 90, + 195, + 250, + 305, + 305, + 175, + 325, total : + 1780^{gr}. Celles des huit séries-graisse ont été + 25, — 95, — 60, — 65, — 75, — 75, + 75, + 20, total : — 250^{gr}, c'est-à-dire que le gain dû au sucre a été diminué de 250^{gr}, du fait de l'intercalation des séries-graisse dans les séries-sucre.

» Telle est l'expérience. Les chiffres et le graphique qui en expriment les résultats sont des plus éloquents.

» *Une seconde fois, il est démontré par ces résultats qu'à l'encontre de la théorie des poids et des substitutions isodynamiques deux rations de valeur énergétique très différente sont capables d'entretenir à peu près également bien un sujet qui travaille. Bien plus, il peut arriver que l'entretien soit incomparablement plus avantageux avec la ration la moins favorisée au point de vue de la valeur énergétique.* Considérons, en effet, ces deux rations *juste* suffisantes pour entretenir l'animal dans les conditions physiologiques ordinaires de la vie normale, considérons-les lorsque ces conditions physiologiques ont été modifiées dans un sens qui comporte ensuite un croît nécessaire. Alors, sans qu'il soit rien ajouté aux apports nutritifs, ni rien retranché au travail journalier qui les dépense, le potentiel alimentaire fournit les éléments de ce croît. Mais les deux rations n'interviennent pas au même degré. Il n'y en a qu'une *agissante, celle qui contient du sucre.* Elle seule jouit de la propriété d'acquérir alors, en apparence spontanément, un surcroît d'aptitude nutritive.

» Il y a là une nouvelle démonstration, considérablement grossie, *de l'inexactitude du théorème en vertu duquel la valeur nutritive des aliments dépendrait de leur pouvoir thermogène.*

» D'autre part, *l'aptitude du sucre à remplir le rôle d'un excellent aliment se révèle dans tous ces faits avec une très grande netteté.*

» On peut donner à ces faits une signification plus décisive en les enchaînant les uns aux autres d'une manière méthodique, comme on l'a fait dans les propositions suivantes :

» 1° *Les quantités de sucre ou de graisse qu'il faut ajouter à une même ration fondamentale de viande, pour entretenir également bien le sujet qui travaille, ne sont pas des quantités isodynames. La valeur énergétique* 0,756 *en sucre agit généralement aussi bien, sinon mieux, que la valeur énergétique* 1 *en graisse. Cette différence, déjà si notable, à l'avantage du sucre, est même susceptible de s'accentuer d'une remarquable manière.*

» 2° *En effet, en ce qui concerne le sucre, le rapport de la valeur nutritive à la valeur énergétique n'est pas constant. Dans certaines conditions physiologiques, comportant l'édification de tissus nouveaux ou la reconstitution des éléments anatomiques d'un organisme épuisé, ce rapport peut être accru considérablement, tandis que, pour la graisse, il reste à peu près au même chiffre ou s'élève à peine.*

» 3° *L'augmentation qu'éprouve alors le pouvoir nutritif du sucre tient à ce que, dans lesdites conditions physiologiques, cet aliment favorise l'assimilation en nature des albuminoïdes et aussi à ce qu'il modère le travail de désassimilation.*

» 4° *Donc, s'il est erroné de mesurer la valeur nutritive d'un aliment de force à sa valeur thermique, il ne le serait pas moins de déduire cette valeur nutritive exclusivement de la faculté que possède l'aliment de se transformer plus ou moins économiquement en glycogène musculaire.*

» 5° *En réalité, tout élément doit être jugé, au point de vue de sa valeur nutritive, à l'aide de deux critères :* 1° *son aptitude à fournir le potentiel directement et immédiatement employé à la dépense énergétique qu'entraînent les travaux physiologiques;* 2° *l'influence indirecte que cet aliment est capable d'exercer sur les dépenses et les restitutions spéciales attachées au renouvellement et à la formation des éléments anatomiques de l'organisme.*

» 6° *A ce double point de vue, la supériorité des sucres sur les graisses est de toute évidence. Elle se traduit toujours en toute circonstance, surtout dans les cas où s'active la fonction rénovatrice et formatrice des tissus animaux.*

» *Ceci indique l'importance de la place que le sucre peut tenir dans l'alimentation.*

» Les très nombreuses constatations que j'ai déjà faites sur les animaux au repos, soumis à une simple ration d'entretien, et dont quelques-unes ont été publiées par Contejean, me laissent penser que les propositions précédentes s'appliquent aussi bien à ces animaux qu'à ceux qui travaillent. On comprend aisément qu'il en soit ainsi, quand on réfléchit au

rôle considérable que, même à l'état de repos, le travail physiologique des muscles joue dans la vie de l'animal.

» Mais je ne me prononcerai définitivement qu'après avoir terminé une série expérimentale qui m'aidera à montrer que mes propositions ne sont nullement en désaccord avec celles que Lawes et Gilbert ont tirées de leurs très belles recherches sur le croît chez les animaux à l'engrais.

» Je tiens à faire remarquer, en terminant, que les études expérimentales sur la valeur nutritive du sucre soulèvent, à côté des plus délicats problèmes de la Physiologie pure, d'importantes questions d'intérêt général, touchant à la fois à l'hygiène alimentaire et à l'économie politique. Les pouvoirs publics ont-ils raison de traiter le sucre comme un aliment de luxe imposable à merci? Ne conviendrait-il pas, au contraire, de le mettre à portée de toutes les bourses et d'en étendre ainsi considérablement l'usage? Producteurs et consommateurs, sans compter l'État lui-même, n'y trouveraient-ils pas également leur compte? Il serait à désirer que ceux à qui incombe le soin de résoudre ces questions fussent tout à fait familiarisés avec les indications fournies sur elles par la Science. Peut-être sentiraient-ils alors ce qu'il y a d'irrationnel dans les mesures fiscales tendant à restreindre la consommation du sucre. »

ZOOLOGIE. — *Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuillets.* Note de M. Edmond Perrier.

« Ma Note du 21 février (1) se termine par des considérations destinées, non pas à exposer l'embryogénie actuelle des Éponges, mais à expliquer comment on peut rendre compte des formes larvaires de ces animaux et de leurs transformations premières, sans avoir recours aux interprétations qui ont conduit M. Yves Delage à voir, chez les Spongiaires, des phénomènes de développement qu'ils présenteraient SEULS PARMI TOUS LES ÊTRES. J'en ai averti en disant : « *Il ne s'agit ici, bien entendu, dans chaque série, que des formes larvaires primitives et non de celles que la tachygénèse a modifiées* (p. 582) ». De cette partie de ma Note, qui commence par ces mots : « *Les choses se présentent sous un tout autre aspect...* », M. Delage détache trois propositions qu'il déclare inexactes et auxquelles il oppose d'autres propositions, non plus de *théorie*, mais de *fait*. Ce sont ces dernières qui sont inexactes :

(1) Voir les Notes précédentes de MM. Delage et Perrier dans les numéros des 14, 21 février et 7 mars.

» 1° *Il existe*, dit M. Delage, *deux types de larves chez les Éponges.*

» Il n'y a pas deux types de larves chez les Éponges, mais une série continue de formes entre lesquelles existent toutes les transitions possibles, comme je l'ai exposé dans mon *Traité de Zoologie* (p. 568), à l'aide des faits connus en 1892. La forme initiale est une *blastula*, la forme terminale est solide; la *blastula* se remplit souvent, au moins en partie, au cours du développement.

» 2° *Les larves, qui sont des* blastula VRAIES (à quoi les distingue-t-on des fausses?), *n'ont pas les cils plus développés ni plus actifs en avant que dans les autres points.*

» Beaucoup de *blastula* commencent effectivement ainsi; mais M. Delage a bien tort de le rappeler, car chez elles disparaît le caractère histologique sur lequel il s'appuie pour soutenir que l'exoderme et l'entoderme des Éponges sont renversés.

» Contrairement à la proposition de M. Delage, il est, d'autre part, bien connu que, chez les *blastula* à cellules d'abord toutes semblables des *Ascetta*, *Oscarella*, *Isodictyon*, *Desmacidon*, *Halichondria*, les cellules de la région postérieure se modifient peu à peu, au cours du développement, et que leurs cils se raccourcissent ou disparaissent conformément à ce que j'ai dit, quand ils ne manquent pas dès le début. M. Delage lui-même s'appuie sur le contraste des cellules antérieures et des cellules postérieures des *Sycandra* pour établir sa théorie et ici le contraste est réalisé d'emblée. Dans quelques cas les cils peuvent manquer au pôle antérieur (*Desmacidon*), mais le pôle n'est pas la région antérieure tout entière.

» 3° *Les larves des Éponges qui traversent la phase* blastula *se fixent au stade* gastrula *après l'invagination, jamais au stade* blastula.

» Il est justement contesté que les Éponges traversent un stade *gastrula*.

» Dans le traité français d'Embryogénie le plus récent, celui de M. Roule (1894), on lit, en effet, p. 89 : « En admettant qu'il s'agisse ici de larves gastrulaires, ces larves » diffèrent beaucoup de leurs similaires des autres animaux. Les dissemblances ne portent pas seulement sur les procédés génétiques, mais aussi sur la structure générale ».

» On sait que chez les *Sycandra*, en effet, l'hémisphère cilié s'invagine sous les moindres influences à l'intérieur de l'autre et se dévagine de même. Il est bien évident d'ailleurs, *comme je le dis dans ma Note*, qu'une fois la fixation accomplie l'hémisphère cilié recouvert par l'autre ne peut plus se dévaginer; mais ce n'est pas une raison pour faire de la larve ainsi fixée une *gastrula* comparable à celle des *Néphridiés*, par exemple.

» C'est parce que M. Delage se résout arbitrairement pour l'affirmative qu'il a été conduit à la singulière interprétation que je combats.

» Son exposé du mode de fixation des Éponges n'est d'ailleurs que la répétition de ce que j'ai écrit moi-même sur ce sujet en 1892, d'après ce que l'on savait à ce moment (*Traité de Zoologie*, p. 570).

» Il dit, en effet : « *La* gastrula *des Éponges se fixe par le blastopore* », comme j'ai dit : « *Quand il y a invagination, c'est le blastopore plus ou moins rétréci qui s'applique sur les corps solides* (*Sycandra raphanus, Oscarella lobularis*) ».

» Seulement, qu'est-ce que le blastopore dans le cas actuel? Quand on se borne à prendre les choses telles quelles sont, on répond : le blastopore, c'est la ligne de séparation entre la région antérieure de la larve et sa région postérieure. Qu'est-ce que la région antérieure de la larve? La région antérieure est, par définition, celle que la larve porte en avant quand elle se meut; c'est-à-dire sa région ciliée, et *c'est bien cette région ciliée antérieure, circonscrite par le blastopore,* que les larves dont il s'agit ici tournent contre l'obstacle, ainsi que je l'ai indiqué. Tout cela est très simple et très clair. Mais M. Delage nous dit : « *Le blastopore est un point correspondant à la partie postérieure de la* gastrula ». Postérieure, pourquoi? La *gastrula* des Éponges, si l'on veut qu'elles aient une *gastrula,* est par essence immobile, puisqu'elle a invaginé ses cils; elle n'a ni avant, ni arrière.

» La théorie de M. Delage, qui, au départ, appelait entoderme et exoderme deux parties également externes d'une même sphère, nous conduit maintenant à ne plus savoir ce qui est l'avant et ce qui est l'arrière d'un animal; c'est plus que je ne voulais démontrer et cela clôt la discussion.

» Les faits relatifs aux larves pleines ou larves tachygénétiques sont hors de cause; je les ai exposés moi-même, en 1892, comme M. Delage, et dans toute leur variété, mais en m'efforçant de les relier entre eux et de les coordonner dans l'Ouvrage déjà visé.

» Qu'il me soit permis en terminant de rappeler que c'est moins l'embryogénie des Éponges qui est en cause qu'une question de méthode scientifique avec laquelle n'ont rien à voir les propositions opposées aux miennes par M. Delage. Geoffroy Saint-Hilaire a défini les organes homologues par leurs *connexions,* EXPRESSÉMENT pour éliminer de leur définition tout ce qui touche à leur structure et permettre de les reconnaître toujours *quelque transformation qu'ils aient subie;* c'est par l'application de ce *principe des connexions* que M. de Lacaze-Duthiers a fait ses plus belles découvertes. En s'appuyant sur la structure des feuillets pour établir leur homo-

logie, M. Delage prend exactement le contre-pied de Geoffroy. C'est en altérant ainsi le sens des mots qu'on a suscité dans la Science tant d'inextricables confusions et c'est pourquoi j'ai relevé cette altération.

» Au surplus, la théorie de l'évolution a précisé le sens du mot *homologue* de manière à le mettre à l'abri de toute définition nouvelle. En définissant les organes homologues comme il l'a fait, Geoffroy admettait que le même organe était susceptible de présenter les modifications les plus diverses de forme, de structure et de fonction; ses *connexions* étaient le moyen de le reconnaître malgré ses déguisements. On reste absolument dans sa définition en considérant comme homologues les organes qui, *dans une même série généalogique*, ne sont que les transformations diverses d'un même organe de l'ancêtre commun; en dehors de cette définition, le mot *homologue* n'a plus qu'un sens métaphysique et, par conséquent, obscur. Du moment que, de l'aveu même de M. Delage, les Éponges ne se sont pas transformées en d'autres animaux et sont demeurées à la base du règne animal, en dehors de l'évolution organique, ce que démontre surabondamment leur organisation, il n'y a même pas à poser le problème de l'homologie de leurs feuillets embryonnaires; par définition, cette homologie n'existe pas. Essayer de s'en servir pour démontrer que les Éponges sont isolées dans le règne animal, c'est faire une pétition de principe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'expédition au Groënland de la Société de Géographie de Berlin.* Note de M. MARCEL BERTRAND.

« Les résultats importants de cette expédition, proposée et dirigée par M. Erich de Drygalski, viennent de paraître dans les deux Volumes que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ([1]).

» M. de Drygalski, dans ses premiers travaux, avait mis en lumière la relation probable de la submersion postglaciaire avec le phénomène même de l'extension glaciaire et du refroidissement qu'elle a dû amener. Plus tard il s'est demandé si cette extension était compatible avec les lois du mouvement des glaciers et avec les formes actuelles du terrain. M. Stapff avait déjà répondu négativement à cette question ([2]). M. de Drygalski, disposé plutôt à y répondre affirmativement, a essayé de traiter la question

([1]) *Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 1891-1893, unter leitung von Erich von Drygalski, 2 vol. Berlin, W. H. Rühl; 1897.

([2]) *Jahrbuch der k. preussischen geologischen Landesanstalt*. Berlin, 1889.

par le calcul (¹), puis, reconnaissant l'insuffisance des données, il est parti pour les vérifier au Groënland. La Société de Géographie de Berlin et la libéralité de l'empereur lui en ont fourni les moyens.

» L'expédition, préparée par un premier voyage (1891), a séjourné pendant un an (15 juillet 1892-11 juin 1893) sur le *nunatak* de Karajak, au nord de Disko. Sans parler ici des observations zoologiques, botaniques, météorologiques et même astronomiques (²), qui sont exposées dans un second Volume, je voudrais seulement appeler l'attention sur les conclusions relatives à la nature et au mouvement de la glace : elles modifient souvent, elles précisent toujours les idées admises; les nombreuses observations sur lesquelles elles s'appuient semblent faites avec soin et sévèrement critiquées; les détails du texte permettent toujours de discuter sérieusement les conditions dans lesquelles elles ont été faites.

» *Structure de la glace.* — Pendant longtemps on a cru que la *structure en grains* était caractéristique de la glace des glaciers. Emden a déjà montré que toutes les glaces, dans des conditions de fusion convenables, se divisent en grains ou individus isolés. M. de Drygalski non seulement confirme le fait, mais montre la relation des grains avec les cristaux primitifs.

» Dans la glace de ruisseaux ou de lacs, la cristallisation se fait par réunion de cristaux hexagonaux qui, contrairement à l'opinion admise, sont, sauf dans les cas de calme absolu, différemment orientés. Un des côtés du cristal seulement suit la surface, et l'axe optique est plus ou moins incliné. Au-dessous de la surface, tous les cristaux sont parallèles, et l'axe est vertical. La raison en serait que la couche de glace superficielle forme une couverture continue, et qu'au-dessous d'elle, grâce à la dilatation qui accompagne la solidification, les cristaux se forment sous pression.

» Dans la glace de fjords, la nappe superficielle ne forme pas couverture continue, et, quoique la cristallisation soit souvent plus obscure, presque tous les axes optiques sont dans le plan de la surface.

» Dans la glace de glaciers, les cristaux de neige qui l'ont formée étaient naturellement orientés dans tous les sens.

» Pour toutes ces espèces de glaces, les cristaux primitifs perdent leurs contours et se transforment en grains arrondis, quand une masse de glace

(¹) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, vol. II, p. 163; 1890.

(²) La pesanteur a été trouvée de $\frac{5}{10000}$ inférieure à la valeur calculée; c'est un écart du même sens qu'on avait trouvé au Spitzberg, tandis qu'à Jan Mayen (île volcanique) on a trouvé un excès notable.

libre est soumise dans l'air à un échauffement modéré. Le fait se produit naturellement dans les glaciers, où toutes ces conditions sont réalisées; il est facile de le produire artificiellement dans les autres glaces. Dans tous les cas, le grain formé conserve l'orientation du cristal primitif; l'axe optique reste vertical pour la glace de lacs, horizontal pour la glace de fjords, indifféremment orienté pour la glace de glaciers.

» Une seule exception est signalée, c'est pour la glace des parties profondes du glacier, qui prend la structure veinée et s'ordonne en couches parallèles à la surface. Là, d'une part, les grains deviennent plus gros, ils sont *nourris;* et, d'autre part, ils montrent une orientation dominante : l'axe optique est perpendiculaire aux couches. La conséquence naturelle, c'est que là il y a eu recristallisation, et, de plus, d'après l'analogie avec la glace des lacs, que cette recristallisation s'est faite sous pression. Cette conséquence concorde avec toutes les autres conclusions relatives à la marche des glaciers.

» *Mouvement des glaciers* — Ce mouvement n'est pas dû à la pente du sol, qui doit y aider, mais probablement dans une faible mesure; il se produirait également sur un fond horizontal; il est dû aux différences d'épaisseur et de pression, et aux changements moléculaires qu'elles entraînent dans la glace voisine du point de fusion.

» Je cite seulement l'argument le plus frappant. La côte ouest du Groënland alimente, à côté de la grande calotte (*Inlandeis*), des glaciers locaux; la pente en est souvent plus forte, et la vitesse toujours beaucoup moindre, que dans les glaciers qui servent de débouchés à la grande nappe centrale, même quand, au nord et au sud du Groënland, les glaces se soudent à la surface (vitesse de $0^{m},15$ au plus par jour, même seulement de 1^{m} par mois, pour les glaciers locaux; 20^{m} et 30^{m} par jour pour les glaciers du bord de la grande nappe). Pour les uns et pour les autres, les différences de vitesse n'ont aucun rapport avec la pente et sont en relation directe avec l'épaisseur.

» Le mécanisme suivant peut expliquer jusque dans le détail tous les faits observés.

» Dans le fond du glacier, même dans les régions les plus hautes, le froid de la surface ne descend que très atténué, et, la pression aidant (surtout, comme l'a montré M. Le Chatelier, si l'eau formée peut s'écouler), on peut admettre qu'on est au voisinage de la température de fusion. L'eau formée est chassée vers les points où la pression, c'est-à-dire où l'épaisseur est moindre; déchargée d'une partie de sa pression, elle se

congèle de nouveau en remplissant les vides; la chaleur mise en liberté amène de nouvelles fusions, et le processus se propage vers l'aval. Il n'y a d'abord que clarification de la glace par remplissage des vides, puis formation de véritables couches avec grains orientés, là où a passé et où s'est regelé un courant d'eau suffisant.

» Chaque fusion locale entraîne un abaissement de la masse superposée, un *mouvement vertical*, qui se transforme en *mouvement horizontal* quand tous les vides de la glace sont remplis par le regel. Le mouvement horizontal n'est que la suite et la conséquence des mouvements verticaux; mais, si on les mesure en chaque point, le premier dépasse beaucoup le second en amplitude.

» En résumé, si petites que semblent les actions mises en jeu, elles vont toujours en s'ajoutant et finissent par entraîner tout le glacier. Le mouvement commence par les régions profondes et se transmet, en partie par adhérence, aux régions superficielles. C'est l'eau qui sert d'intermédiaire au travail de la pression; elle le fait en s'écoulant, non pas en libres courants, mais en suintements presque capillaires, et, dans son trajet, elle agit doublement : mécaniquement par la poussée qu'elle transmet, et physiquement par les changements d'état qu'elle subit et qu'elle provoque sur son parcours. Naturellement, pour que le phénomène continue sans interruption, il faut que l'eau puisse s'écouler définitivement après avoir achevé son travail : une pente est nécessaire près du bord, elle ne l'est pas dans les parties hautes.

» Cette explication du mouvement des glaciers se rapproche de celle qu'a proposée Thomsen; mais les arguments qu'après Thomsen et M. Heim on pouvait déjà faire valoir en sa faveur sont maintenant, grâce à M. de Drygalski, singulièrement plus nombreux et plus précis. La théorie mécanique et thermique en paraît aussi satisfaisante qu'on peut l'attendre pour des questions aussi complexes et je n'hésite pas à dire que le Livre de M. de Drygalski, important pour l'étude du Groënland, marque aussi un progrès de premier ordre dans nos connaissances générales sur l'histoire des glaciers. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Marx** adresse la suite de son Mémoire « L'éther, principe universel des forces ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Mascart** présente, au nom de MM. *Auguste* et *Louis Lumière*, une série de photographies stéréoscopiques montrant que les procédés de reproduction des couleurs par voie indirecte, indiquée précédemment par les auteurs, ont pris un caractère industriel, grâce à de nouveaux perfectionnements dans l'exécution.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, « L'*Aérophile*, Revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent; directeurs : MM. *Georges Besançon* et *Wilfrid de Fonvielle* ».

ARITHMÉTIQUE. — *Sur la théorie des nombres premiers.* Note de M. H. **Laurent**, présentée par M. Poincaré.

« Si l'on désigne par z un nombre entier, $\Gamma(z)+1$ est divisible par z si z est premier, en vertu du théorème de Wilson. Au contraire, si z est composé, il sera le produit de deux nombres entiers α et β, tous deux inférieurs à $z-1$, si α et β sont différents; ils seront donc facteurs dans $\Gamma(z)$ qui sera divisible par $z=\alpha\beta$. Si l'on ne pouvait pas supposer α et β différents, $\Gamma(z)$ serait égal à α^2; or $\frac{\Gamma(z)}{\alpha}$ est certainement plus grand que α excepté si $z=4$; donc $\Gamma(z)$ est pour $z>4$ divisible par z, si z est composé.

» Cela posé, si l'on considère la fonction

$$e^{2\pi\sqrt{-1}\frac{\Gamma(z)}{z}}-1,$$

en supposant $z>4$, pour z entier et composé elle se réduit à zéro; pour z premier elle se réduit à

$$e^{\frac{2\pi\sqrt{-1}}{z}}-1;$$

donc

$$\frac{e^{2\pi\sqrt{-1}\frac{\Gamma(z)}{z}}-1}{e^{-\frac{2\pi\sqrt{-1}}{z}}-1}=\varpi(z)$$

se réduit à zéro ou à 1 si z est un entier composé ou premier. Donc $f(z)$

désignant une fonction finie pour $z > 4$, on a

$$\sum_5^n \varpi(n) f(n) = \sum \varpi(p_i) f(p_i) = \sum f(p_i),$$

$p_1, p_2, \ldots$ désignant les nombres premiers compris entre 5 et n. Or, on peut exprimer $\Sigma\varpi(n)f(n)$ au moyen d'une intégrale définie en le considérant comme le résidu de

$$\frac{\varpi(z) f(z) e^{2\pi\sqrt{-1}\,z}\, 2\pi\sqrt{-1}}{e^{2\pi\sqrt{-1}\,z} - 1}$$

et cela d'une infinité de manières.

» On peut encore calculer $\Sigma f(p_i)$ ou $\Sigma\varpi(n)f(n)$ d'une autre manière en observant que l'on a, en vertu de la formule de Fourier (en supposant $b = a + m$),

$$\begin{aligned}\tfrac{1}{2}\mathrm{F}(a) + \mathrm{F}(a+1) + \ldots + \tfrac{1}{2}\mathrm{F}(a+m-1) + \tfrac{1}{2}\mathrm{F}(b)\\ = \sum_{k=1}^{k=\infty} \int_a^b \mathrm{F}(\xi)\, e^{2k\pi(\xi-a)\sqrt{-1}}\, d\xi;\end{aligned}$$

remplaçons $\mathrm{F}(\xi)$ par $\varpi(\xi)f(\xi)$ et supposons a entier et supérieur à 4 ; on aura

$$\sum f(p_i) = \sum_{k=1}^{k=\infty} \int_a^b \varpi(\xi)\, f(\xi)\, e^{2k\pi(\xi-a)\sqrt{-1}}\, d\xi,$$

$p_1, p_2, \ldots$ désignant les nombres premiers compris entre a et b (supposés composés).

» La même méthode permet de trouver $\Sigma f(p'_i)$ en appelant $p'_1, p'_2, \ldots$ les nombres premiers compris dans une progression arithmétique à termes entiers, et de vérifier le théorème de Dirichlet sur les progressions arithmétiques.

» *N. B.* — Lorsque l'on fait usage du calcul des résidus pour calculer l'expression $\Sigma f(p_i)$, on peut remplacer la fonction

$$\frac{e^{2\pi\sqrt{-1}\,z}\, 2\pi\sqrt{-1}}{e^{2\pi\sqrt{-1}\,z} - 1}$$

par la fonction

$$-\frac{d\log\dfrac{\Gamma(-x)}{x}}{dx}. \text{ »}$$

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Les invariants intégraux et l'Optique.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Poincaré.

« Le théorème de Malus, cas particulier du théorème de Thomson et Tait sur les trajectoires de la Dynamique, exprime, comme on sait, qu'une certaine équation aux différentielles totales

$$H = 0 \tag{1}$$

est invariante pour un système de rayons lumineux dans toute réflexion ou réfraction.

» Partant de ce principe et des travaux de M. Abbe, M. Bruns (¹) démontre que, si un système optique est partout anastigmate, c'est-à-dire fait correspondre à chaque point-objet un point-image unique, la correspondance ainsi réalisée ne peut être qu'une similitude.

» Il ajoute (²) :

« Ce cas est, par exemple, réalisé dans la réfraction sur une surface plane. A cause de sa simplicité, il n'est pas nécessaire d'en poursuivre plus longuement l'étude, d'autant moins qu'en Optique pratique, dans les formes les plus importantes, à savoir dans les objectifs du microscope, de la chambre noire et de la lunette, comme dans les oculaires, il ne s'agit en aucune façon de produire des représentations géométriquement semblables des corps. »

» Cette assertion ne semble pas devoir être admise sans discussion. S'il est vrai que les instruments dont nous disposons n'ont pas pour effet de grossir les figures en en conservant la forme, il est non moins certain qu'un pareil grossissement, si l'on pouvait l'obtenir, bien loin d'être un résultat sans importance, constituerait la solution la plus satisfaisante possible du problème de la Dioptrique. Il y a donc lieu de se demander si le rapport de similitude de l'image et de l'objet peut être différent de 1.

» La réponse est négative, mais elle ne résulte pas du raisonnement de M. Bruns. Cette circonstance n'a pas, en effet, pour cause la seule invariance de l'*équation* $H = 0$, mais bien le caractère invariant de *son premier membre;* c'est ce que montre la théorie des invariants intégraux.

» Partons, par exemple, du *volume* (au sens de M. Poincaré, *Acta*

(¹) *Das Eikonal* (*Abhandlungen der Sächs. Gesellsch.*, t. XXI; 1895).
(²) *Das Eikonal*, p. 48 (*Abhandl. der Sächs. Gesellsch.*, t. XXI; p. 370).

math., t. XIII). Ce volume est, dans l'exemple actuel, une intégrale sextuple, qu'on réduit aisément (¹) à une intégrale quintuple, étendue d'une part aux points d'une certaine portion d'espace, d'autre part à un faisceau de rayons (à deux paramètres) issu de chacun de ces points. Cette intégrale conserve sa valeur lorsqu'on remplace les différents points-origines par les extrémités de segments portés sur les rayons correspondants et parcourus par la lumière dans un même temps.

» Mais de cette même intégrale on peut (²) en déduire une autre qui ne change pas lorsqu'on remplace les points-origines par les extrémités de segments *quelconques* portés sur les rayons qui en sont issus. Celle-ci est une intégrale quadruple, qui diffère de la précédente en ce que les points-origines remplissent, non plus une portion d'espace, mais une portion de surface. De chaque point est, comme précédemment, supposé issu un faisceau de rayons remplissant un angle solide déterminé.

» Cette intégrale quadruple fournit la démonstration demandée. Il suffit, à cet effet, de l'étendre, d'une part à un système de points-objets, d'autre part aux points-images correspondants. Les angles solides étant égaux de part et d'autre (en vertu des conclusions établies par M. Bruns), le rapport des deux intégrales est égal au carré du rapport de similitude cherché, lequel est, par conséquent, égal à l'unité.

» Ce qui précède conduit à penser que la théorie des invariants intégraux peut aider à la résolution d'une des questions fondamentales de l'Optique géométrique, posées par M. Bruns dans l'Ouvrage cité :

» *Trouver, parmi toutes les correspondances entre espaces réglés, celles qui sont susceptibles d'être obtenues par une série de réfractions.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les lois de réciprocité.* Note de M. X. Stouff, présentée par M. Darboux.

« Je désire ajouter quelques compléments à la Note présentée sur ce sujet en septembre 1896. Considérons un nombre premier $f(\alpha)$ formé avec les racines $\lambda^{\text{ièmes}}$ de l'unité, et le parallélépipède P dans l'espace $E_{\lambda-1}$ à $\lambda - 1$

(¹) Voir mon Mémoire *Sur certaines propriétés des trajectoires en Dynamique* (*Journal de M. Jordan*, 5ᵉ série, t. III, p. 379-380).

(²) *Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. IV, p. 177.

dimensions construit sur les grandeurs géométriques

$$\frac{\alpha f(\alpha)}{1-\alpha}, \quad \frac{\alpha^2 f(\alpha)}{1-\alpha}, \quad \ldots, \quad \frac{\alpha^{\lambda-1} f(\alpha)}{1-\alpha};$$

il engendre le groupe Γ des substitutions

$$S[z(\alpha), \alpha^h z(\alpha) + k(\alpha) f(\alpha)],$$

$k(\alpha)$ étant un entier complexe quelconque. De là résulte la division de $E_{\lambda-1}$ en polyèdres congruents à P que l'on distinguera en polyèdres de classes 0, 1, 2, ..., $\lambda - 1$, suivant la valeur de h dans la substitution S qui transforme P dans l'un d'eux. Soit Π le parallélépipède homothétique à P par rapport à l'origine des coordonnées avec le rapport d'homothétie λ : le caractère $\left(\frac{\lambda}{f(\alpha)}\right)$ est égal à

$$\omega = n_1 + 2n_2 + \ldots + (\lambda - 1)n_{\lambda-1},$$

n_i désignant le nombre des points de Π dont toutes les coordonnées sont divisibles par λ et qui appartiennent à des polyèdres de $i^{\text{ième}}$ classe.

» Le calcul de ω paraît d'abord impraticable à cause des intersections compliquées des polyèdres congruents de P et du polyèdre Π. Mais on peut modifier assurément l'expression précédente d'une façon avantageuse.

» Le polyèdre Π engendre le groupe Γ' des substitutions

$$T[z(\alpha), \alpha^h z(\alpha) + k(\alpha)\lambda f(\alpha)],$$

groupe contenu dans Γ. Réunissons des polyèdres du réseau de P de manière que l'ensemble forme un polyèdre Π_1 générateur de Γ'. On pourra choisir Π_1, de telle sorte que ses limites, limites conjuguées deux à deux comme celles de Π, puissent se réduire à celles de Π par une déformation continue. Soit Φ_i la multiplicité-limite de Π qui se transforme en sa conjuguée par multiplication par α^i, et R_i la région engendrée par Φ_i lorsqu'elle se déforme de manière à devenir une limite de Π_1. On doit envisager une suite continue de polyèdres formant la transition entre Π et Π_1.

» Soit $\mu = \frac{\lambda - 1}{2}$, et soient m_1, m_2, ..., m_μ les nombres de points à coordonnées divisibles par λ situés dans les régions R_1, R_2, ..., R_μ. Soit ω_1 la somme analogue à ω relative au polyèdre Π_1, et

$$\omega'_1 = m_1 + 2m_2 + \ldots + \mu m_\mu,$$

on a

$$\omega \equiv \omega_1 + \omega'_1, \qquad \text{mod}\,\lambda.$$

» Par conséquent, le calcul de ω est bien simplifié, puisqu'on n'a plus à s'occuper de l'enchevêtrement des faces des polyèdres. Mais on peut aller plus loin. Si l'on construit une ligne brisée ou courbe joignant l'origine au point $\frac{f(\alpha)}{1-\alpha}$, et si l'on transforme cette ligne par multiplication par $\alpha, \alpha^2, \ldots, \alpha^{\lambda-1}$, les lignes ainsi obtenues pourront manifestement servir à construire un parallélépipède P′ analogue à P, engendrant le groupe Γ, et à faces brisées ou courbes. On démontre que, si l'on transforme Π' et Π'_1 de la manière correspondante, en même temps que P, et si l'on ajoute les quantités ω_1 et ω'_1 relatives à la nouvelle figure, ω ne change pas. Dès lors, on peut faire en sorte que les limites de P′, Π' et des régions R_i se composent de multiplicités-limites parallèles aux plans coordonnés, en adjoignant aux directions $\alpha, \alpha^2, \ldots, \alpha^{\lambda-1}$ des axes-coordonnées la direction auxiliaire 1. L'évaluation du nombre des points à coordonnées divisibles par λ dans les divers polyèdres est alors facile.

» On en conclut que, si les coefficients de deux nombres premiers $f(\alpha)$, $\varphi(\alpha)$ sont congrus mod λ^3, les caractères $\left[\frac{\lambda}{f(\alpha)}\right]$, $\left[\frac{\lambda}{\varphi(\alpha)}\right]$ sont égaux. On peut même aller plus loin. Soit

$$f(\alpha)=\sum_{i=1}^{\lambda-1} a_i\alpha^i, \qquad s=\sum_{i=1}^{\lambda-1} a_i;$$

si pour deux nombres premiers $f(\alpha)$, $\varphi(\alpha)$ les valeurs de s sont congrues mod λ^3, les coefficients a_i n'étant astreints eux-mêmes qu'à être congrus mod λ^2, les deux caractères sont égaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des fonctions abéliennes.* Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. Poincaré.

« Nous dirons, pour abréger, qu'une fonction abélienne de deux variables a pour périodes (g, h, g') si le Tableau normal des périodes est

$$\begin{matrix} 0 & 1 & g & h \\ 1 & 0 & h & g' \end{matrix};$$

en désignant par g_1, h_1, g'_1 les parties imaginaires de g, h, g', nous supposerons $g_1g'_1-h_1^2>0$ et g_1, et $g'_1>0$.

» Étant donné un système de périodes (g, h, g'), le problème de la transformation, posé et résolu par M. Hermite, consiste à trouver tous les

systèmes (G, H, G') tels qu'une fonction abélienne quelconque, F(U, V), formée avec ces nouvelles périodes s'exprime rationnellement à l'aide des fonctions abéliennes du système primitif, $f(u, v)$.

» Il est clair d'abord que U, V doivent être linéaires en u, v :

$$(1)\qquad U = \lambda u + \mu v, \qquad V = \lambda' u + \mu' v;$$

il faut et il suffit ensuite que, si l'on augmente u et v d'une de leurs périodes, U et V augmentent aussi d'une de leurs périodes, ce qui donne, en désignant par a_i, b_i, c_i, d_i, des entiers, les relations

$$(2)\quad \begin{cases} \lambda = a_0 + a_3 G + a_2 H, & \mu = b_0 + b_3 G + b_2 H, \\ \lambda' = a_1 + a_3 H + a_2 G', & \mu' = b_1 + b_3 H + b_2 G'; \\ \lambda g + \mu h = d_0 + d_3 G + d_2 H, & \lambda h + \mu g' = c_0 + c_3 G + c_2 H, \\ \lambda' g + \mu' h = d_1 + d_3 H + d_2 G', & \lambda' h + \mu' g' = c_1 + c_3 H + c_2 G'. \end{cases}$$

L'élimination de λ, μ, λ', μ', G, H, G' conduit à l'équation

$$\begin{aligned} (h^2 - gg')[(ba)_{03} - (ba)_{12}] &+ g[(ca)_{03} - (ca)_{12}] \\ - g'[(bd)_{03} - (bd)_{12}] &+ h[(cb)_{03} + (ad)_{03} - (cb)_{12} + (ad)_{12}] \\ &+ [(dc)_{03} + (dc)_{12}] = 0 \end{aligned}$$

[où $(ba)_{ij} = b_i a_j - b_j a_i$].

» Si g, h, g' sont pris au hasard, les coefficients de $h^2 - gg'$, g, g', h et le terme constant doivent être nuls : c'est l'hypothèse qu'a faite M. Hermite et dont il a déduit la théorie ordinaire de la transformation. Mais si g, h, g' et $h^2 - gg'$ sont liés par une relation linéaire à coefficients entiers, il existera d'autres transformations *singulières* que celles habituelles.

» La relation supposée entre les périodes peut se ramener, comme je l'ai déjà indiqué, à la forme

$$\alpha g + \beta h + \gamma g' = 0 \qquad \text{avec} \qquad \beta^2 - 4\alpha\gamma > 0,$$

α, β, γ étant entiers (on peut même admettre $\alpha = 1$ et $\beta = 0$ ou 1). Les valeurs de G, H, G' et celles de λ, λ', μ, μ' sont alors données par les relations (2), où les a, b, c, d sont des entiers liés uniquement par les relations

$$(3)\quad \begin{cases} (ba)_{03} - (ba)_{12} = 0, \\ (dc)_{03} - (dc)_{12} = 0, \\ (ca)_{03} - (ca)_{12} = \alpha k, \\ (bd)_{03} - (bd)_{12} = \gamma k, \\ (cb)_{03} + (ad)_{03} + (cb)_{12} - (ad)_{12} = \beta k, \end{cases}$$

k étant un entier arbitraire.

» Soit $\mathfrak{S}(U, V)$ une fonction thêta du premier ordre aux périodes (G, H, G'); par l'intermédiaire de (1), c'est une fonction de u, v; $\varphi(u, v)$. Désignons par $\psi(u, v)$ le produit de φ par une exponentielle e^P, où P est un polynome du second ordre en u, v, convenablement choisi; on trouve que ψ vérifie les équations

$$(4)\quad \begin{cases} \psi(u+1, v) = \psi(u, v+1) = \psi(u, v), \\ \psi(u+g, v+h) = \psi(u, v)e^{-2\pi i(lu+k\gamma v)+\text{const.}}, \\ \psi(u+h, v+g') = \psi(u, v)e^{-2\pi i[-k\alpha u+(l-k\beta)v]+\text{const.}}; \end{cases}$$

cela, en tenant compte de (3) et en posant

$$l = (al)_{03} + (ad)_{12}.$$

» La fonction ψ est donc une de ces fonctions intermédiaires singulières que j'ai introduites dans une Note antérieure. Si $k = 0$, c'est-à-dire dans le cas des transformations ordinaires, $\psi(u, v)$ est une fonction thêta; réciproquement, si une transformation change une fonction thêta en une fonction thêta, k est nul, et la transformation est ordinaire.

» A un système de valeurs (U, V) correspondent $l^2 - \beta kl + k^2\alpha\gamma$ systèmes de valeurs (non congruents) de u, v; à un système (u, v) correspond naturellement un seul système U, V. Le nombre *positif* $l^2 - \beta kl + k^2\alpha\gamma$, que nous désignerons par δ, sera dit l'*indice* de la transformation singulière considérée; pour une transformation ordinaire, l'indice est le carré de l'ordre.

» Posons maintenant

$$(5)\quad \begin{cases} \delta U_1 = lu + k\gamma v, \qquad \delta V_1 = -k\alpha u + (l - k\beta)v; \\ G_1 = \frac{1}{\delta}(lg + k\gamma h), \\ H_1 = \frac{1}{\delta}(lh + k\gamma g') = \frac{1}{\delta}[-k\alpha g + (l - k\beta)h], \\ G'_1 = \frac{1}{\delta}[-k\alpha h + (l - k\beta)g']. \end{cases}$$

» La fonction $\psi(u, v)$ devient une fonction $\Theta(U_1, V_1)$, et l'on a

$$\Theta(U_1+1, V_1) = \Theta(U_1, V_1+1) = \Theta(U_1, V_1),$$
$$\Theta(U_1+G_1, V_1+H_1) = e^{-2\pi i\delta U_1+\text{const.}}, \qquad \Theta(U_1+H_1, V_1+G'_1) = e^{-2\pi i\delta V_1+\text{const.}};$$

c'est-à-dire que $\Theta(U_1, V_1)$ est une fonction thêta. D'ailleurs, on établit qu'à un système (U_1, V_1) correspond un seul système (u, v), et, par suite,

un seul système (U, V) : la transformation qui fait passer de (U_1, V_1) à (U, V) est donc une transformation ordinaire. Il en résulte qu'une transformation singulière quelconque se ramène à une transformation ordinaire, précédée de la transformation singulière simple définie par (5), et dont l'indice est δ.

» Supposons $\delta = 1$, c'est-à-dire admettons que l et k soient liés par $l^2 - \beta kl + k^2 \alpha\gamma = 1$, équation qui a une infinité de solutions, si $\beta^2 - 4\alpha\gamma$ n'est pas un carré parfait : deux surfaces hyperelliptiques quelconques (s) et (S_1), dont les périodes respectives (g, h, g') et (G_1, H_1, G'_1) sont liées par (5), se correspondent alors point par point.

» Ces deux surfaces ont-elles les mêmes modules? D'une manière plus précise, aux périodes (g, h, g') correspond une courbe de genre 2 bien définie, (c); aux périodes (G_1, H_1, G'_1) correspond une courbe de genre 2, (C_1) : a-t-on le droit d'admettre que (c) et (C_1) sont identiques?

» On doit répondre négativement à cette question.

» Ainsi deux surfaces de Kummer peuvent se correspondre point par point, sans être transformées homographiques l'une de l'autre, c'est-à-dire sans que les six points doubles situés sur une même conique aient les mêmes rapports anharmoniques dans les deux surfaces. Cela revient aussi à dire que deux courbes de genre deux peuvent se correspondre couple de points par couple de points, sans se correspondre point par point. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De l'énergie d'un système électrisé, considérée comme répartie dans le diélectrique*. Note de MM. **H. Pellat** et **P. Sacerdote**, présentée par M. Lippmann.

« L'un de nous a montré (¹) que l'excès d'énergie ΔU_T que présente un système de conducteurs et de diélectriques enfermés dans une enceinte conductrice, quand il est électrisé à température constante, est non pas $\frac{1}{2}\sum mV$, comme on l'admet habituellement, mais

(1) $$\Delta U_T = \frac{1}{2}\sum mV - \frac{T}{2}\frac{\partial \Sigma mV}{\partial T}.$$

(¹) H. Pellat, *De la variation de l'énergie dans les transformations isothermes. De l'énergie électrique* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 699; 1897. *Journal de Physique*, 3e série, t. VII, p. 18; 1898).

où la charge m de chaque partie doit être regardée comme indépendante de la température absolue T dans la dérivation. Cette relation suppose que les forces électriques qui s'exercent dans ce système sont contrebalancées par des forces intérieures (rigidité des supports) et, en toute rigueur, que chaque conducteur isolé est homogène.

» Nous nous proposons de transformer cette relation pour montrer qu'on peut encore considérer cet excès d'énergie ΔU_T comme ayant son siège dans le diélectrique. Nous bornerons la démonstration au cas où le diélectrique est homogène et isotrope et où les conducteurs ont même dilatation que le diélectrique, de façon que l'élévation de température ne produise ni tiraillement ni compression; c'est ce qui est réalisé, en particulier, dans les condensateurs où les faces du diélectrique sont métallisées.

» Nous partirons de l'égalité bien connue :

$$(2)\qquad \frac{1}{2}\sum mV = \int \frac{K\varphi^2\,dv}{8\pi},$$

où φ est l'intensité du champ électrique dans le volume dv du diélectrique dont le pouvoir inducteur spécifique est K, le signe $\int$ s'étendant à tout le diélectrique.

» Pour avoir le second terme de l'expression (1), il faut dériver $\int \frac{K\varphi^2\,dv}{8\pi}$ par rapport à la température en exprimant que *la charge électrique de chaque partie reste la même* en passant de la température T à la température T + dT. Or, si cette condition est remplie, la direction du champ en chaque point du système, qui demeure homothétique à lui-même en se dilatant, ne varie pas; en outre nous allons montrer qu'on doit avoir

$$(3)\qquad \frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} = -K\varphi.2\lambda,$$

λ étant le coefficient de dilatation linéaire vrai du diélectrique.

» En effet, considérons d'abord une surface conductrice qui, sur un élément superficiel ds, possède une densité électrique σ et, par conséquent, une charge $dm = \sigma ds$. En appelant φ l'intensité du champ dans le diélectrique en un point infiniment voisin de ds, on a

$$(4)\qquad 4\pi\sigma = K\varphi,$$

d'où

$$4\pi\,dm = K\varphi\,ds.$$

Égalons les dérivées par rapport à T des deux membres :

$$(5)\qquad 4\pi\frac{\partial(dm)}{\partial T} = \frac{\partial(K\varphi)}{\partial T}ds + K\varphi\frac{\partial(ds)}{\partial T} = ds\left[\frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} + K\varphi\frac{1}{ds}\frac{\partial(ds)}{\partial T}\right].$$

» Comme $\frac{1}{ds}\frac{\partial(ds)}{\partial T} = 2\lambda$, il faut et il suffit pour avoir $\frac{\partial(dm)}{\partial T} = 0$, c'est-à-dire pour que la charge électrique sur l'élément, malgré sa dilatation et la variation de K et de φ, reste la même, que la relation (3) soit satisfaite.

» Considérons, en second lieu, une surface fermée S englobant une portion du diélectrique. Évaluons le flux d'induction dj à travers un élément de surface ds de S ; on a

$$(6)\qquad dj = K\varphi\, ds\cos\alpha,$$

en désignant par α l'angle que forme le champ avec la partie de la normale à ds menée vers l'extérieur de S. Égalons les dérivées par rapport à T des deux membres de cette relation, en nous rappelant que α est indépendant de T :

$$(7)\qquad \frac{\partial(dj)}{\partial T} = \cos\alpha\left[\frac{\partial(K\varphi)}{\partial T}ds + K\varphi\frac{\partial(ds)}{\partial T}\right] = ds\cos\alpha\left[\frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} + K\varphi\frac{1}{ds}\frac{\partial(ds)}{\partial T}\right];$$

si la relation (3) est satisfaite, la quantité entre crochets sera nulle et l'on aura $\frac{\partial(dj)}{\partial T} = 0$. Par conséquent, le flux d'induction total j à travers la surface S, malgré la dilatation de cette surface et la variation de K et de φ, ne variera pas; il en sera donc de même de la quantité d'électricité m contenue à son intérieur, d'après la relation $j = 4\pi m$. Ceci restant exact, quelque petit que soit l'espace enfermé dans S, en aucune région la charge électrique ne variera malgré la variation de température.

» Égalons, maintenant, les dérivées par rapport à T des deux membres de la relation (2) :

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial\left(\frac{1}{2}\Sigma mV\right)}{\partial T} &= \frac{\partial}{\partial T}\int\frac{K\varphi^2\,dv}{8\pi} = \frac{\partial}{\partial T}\int\frac{K^2\varphi^2}{8\pi}\frac{dv}{K} \\ &= \frac{1}{8\pi}\int\left[2K\varphi\frac{\partial(K\varphi)}{\partial T}\frac{dv}{K} + \frac{K^2\varphi^2}{K}\frac{\partial(dv)}{\partial T} - K^2\varphi^2\frac{dv}{K^2}\frac{\partial K}{\partial T}\right].\end{aligned}\right.$$

» Tenons compte de la relation (3) pour obtenir, après multiplication par $-$ T, le second membre de la relation (1); il vient, en remarquant que $\frac{1}{dv}\frac{\partial(dv)}{\partial T} = 3\lambda$:

$$(9)\qquad -\frac{T}{2}\frac{\partial(\Sigma mV)}{\partial T} = \int\left(\lambda T + \frac{T}{K}\frac{\partial K}{\partial T}\right)\frac{K\varphi^2}{8\pi}dv;$$

d'où, d'après (1) et (2),

$$\Delta U_1 = \int \left(1 + \lambda T + \frac{T}{K} \frac{\partial K}{\partial T} \right) \frac{K \varphi^2}{8\pi} dv. \tag{10}$$

» On voit que l'énergie, par unité de volume, que prend le diélectrique par la charge électrique du système, la température restant la même, est, non pas $\frac{K\varphi^2}{8\pi}$, mais $\left(1 + \lambda T + \frac{T}{K}\frac{\partial K}{\partial T}\right)\frac{K\varphi^2}{8\pi}$ ([1]). On retrouve ainsi, dans le cas général, où le diélectrique peut être électrisé et où les conducteurs sont en nombre quelconque, le même facteur correctif $\left(1 + \lambda T + \frac{T}{K}\frac{\partial K}{\partial T}\right)$ que dans le cas simple du condensateur ([2]). »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique des lames minces d'argent et l'épaisseur des couches dites de passage.* Note de M. G. VINCENT ([3]), présentée par M. J. Violle.

« Des recherches sur les lames métalliques minces m'ont conduit à étudier la conductibilité électrique des lames minces d'argent. Je me propose d'indiquer ici les résultats de cette étude sans insister sur le détail d'expériences assez délicates à réaliser et qui seront d'ailleurs exposées autre part.

» I. J'ai choisi l'argent parce que c'est le métal qu'il est le plus facile d'obtenir en couches très minces, homogènes, d'un poli parfait, toujours comparables à elles-mêmes et d'épaisseur facilement mesurable. Les couches à étudier étaient déposées chimiquement, par le procédé Martin, sur des plaques de glace soumises au préalable à un lavage minutieux; en employant des liqueurs argentifères de dilutions variées, on obtient telle épaisseur que l'on veut entre 0μ et 200μ. Aussitôt après le séchage, les lames argentées étaient soigneusement mises à l'abri de toute émanation pouvant les détériorer. Les mesures étaient faites huit jours après la préparation, mais j'ai vérifié que les précautions prises pouvaient les conserver inaltérées pendant plusieurs semaines.

» II. Avant d'entreprendre les mesures, je me suis assuré que les lames

(1) Cette démonstration ne s'appuie pas sur les lois de Coulomb. Mais, puisque celles-ci sont applicables dans le cas d'un diélectrique homogène, comme celui que nous considérons ici, on peut aussi, en s'appuyant sur ces lois et par la simple remarque que la dilatation laisse le système homothétique à lui-même, arriver facilement à l'expression ci-dessus.

(2) H. PELLAT, *Journal de Physique* (*loc. cit.*).

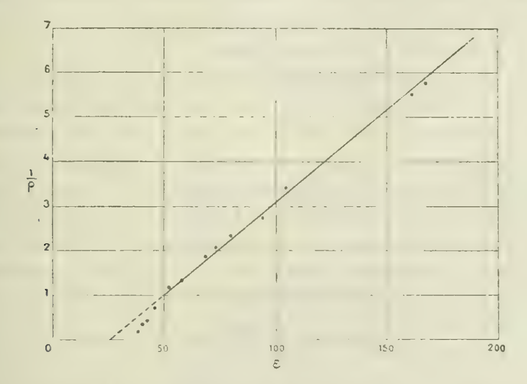
(3) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École normale supérieure.

avaient une résistance définie; je n'ai constaté aucune variation en modifiant beaucoup l'intensité du courant, et les lames se sont montrées insensibles aux chocs.

» La méthode employée pour la mesure des résistances permettait de déterminer, pour deux régions données arbitrairement sur chaque couche, la résistance ρ, évaluée en ohms, d'un carré ayant 1^{mm} de côté; comme contrôle, les deux valeurs de ρ devaient être identiques.

» L'épaisseur ε de chaque lame était déterminée par la méthode de Wiener ([1]) et contrôlée aux faibles épaisseurs par une méthode rapide dont le principe a été indiqué par Fizeau ([2]). Ces deux méthodes reposent, on le sait, sur la transformation de l'argent en iodure; c'est l'épaisseur de l'iodure qu'on mesure, et l'on en déduit celle de l'argent par une formule connue. On suppose essentiellement que l'iodure se comporte, au point de vue de la réflexion de la lumière et au voisinage de l'incidence normale, comme un corps transparent ordinaire. Les expériences de Wernicke ([3]) ont démontré qu'il en est bien ainsi, et l'on peut être sûr que les méthodes de Wiener et de Fizeau ne sont entachées d'aucune erreur systématique.

» III. Les limites d'épaisseur entre lesquelles j'ai opéré sont 38μ et 170μ. J'ai fait deux séries de mesures; elles concordent bien. La figure



ci-jointe représente les résultats de l'une d'elles. Les abscisses sont les

([1]) *Wied. Ann.*, Bd. XXXI, p. 630-640 et 659-664; 1887.

([2]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 274; 1861.

([3]) *Pogg. Ann.*, Ergbd., t. VIII, p. 70; 1877.—*Monatsberichte d. Akad. zu Berlin*, p. 670 et suivantes; 1875.

valeurs de l'épaisseur d'argent ε, les ordonnées celles de la conductibilité $\frac{1}{\rho}$. La figure se confond avec une droite à partir de l'épaisseur $\varepsilon = 50\,\mu$ environ et au-dessus. Cette droite passe au-dessous de l'origine et coupe l'axe des abscisses au point $\varepsilon = 26\,\mu$ environ. Pour les épaisseurs moindres que $50\,\mu$, la courbe s'abaisse nettement au-dessous de la droite et les ordonnées sont jusqu'à trois fois plus petites que les ordonnées correspondantes de la droite.

» Ces résultats s'interprètent facilement. La fonction $\frac{1}{\rho}$, pour les épaisseurs supérieures à $50\,\mu$, est de la forme $-A + B\varepsilon$. Cela implique l'existence d'une couche homogène, laquelle est comprise entre deux couches superficielles de conductibilité moindre au contact de l'air et du verre. Tant que la couche homogène intermédiaire existe, les points figuratifs se placent sur la droite précédente. Ils s'en séparent au contraire dès que l'épaisseur totale de la couche devient égale puis inférieure à la somme des épaisseurs de passage. *On peut donc, d'après ces expériences, fixer à $50\,\mu$ environ la somme des épaisseurs de passage.* C'est à peu près le nombre obtenu par Quincke dans ses expériences de capillarité ([1]).

» IV. Une question se pose : les surfaces terminales des dépôts d'argent sont-elles comparables entre elles et, de plus, n'a-t-on pas affaire à des couches plus ou moins trouées ?

» Voici ce qu'a montré l'examen au microscope. Toutes les couches, même les plus minces qui ne sont plus conductrices, sont absolument continues. En outre, sur la surface, on aperçoit une multitude de petits grains qui se détachent en sombre sur une couche sous-jacente parfaitement homogène ; les diamètres et les distances respectives de ces grains semblent être voisins de $1\,\mu$ ou un peu inférieurs. L'aspect de ces grains montre qu'il vaut mieux les considérer comme des ondulations de la surface que comme des grains discrets simplement posés dessus. Ces grains apparaissent identiques à toutes les épaisseurs : on les trouve dans des lames dont l'épaisseur est certainement inférieure à $14\,\mu$ et peut-être même à $8\,\mu$; ils sont seulement un peu plus difficiles à apercevoir à cause de leur transparence. On a ainsi une idée de la profondeur des rides qui bossuent la surface des couches car, même pour ces couches très minces, sous ces grains, il y a une couche sous-jacente homogène. Enfin j'ajoute que ces grains subsistent dans la transformation en iodure ; diamètres et distances restent invariables, l'épaisseur seule change.

([1]) *Pogg. Ann.*, Bd. 137 ; 1869

» Comment sont constituées ces couches à surface bossuée? A-t-on affaire à un véritable corps solide ou à un amas pulvérulent composé de grains extrêmement fins indiscernables au microscope? Si la couche est composée d'un amas de petits grains, leurs dimensions ne dépassent sans doute pas 1μ ou 2μ. J'ai pu en effet obtenir des dépôts sur verre à peine visibles et dont l'épaisseur était certainement inférieure à cette limite; transformés en iodure, ils donnaient une pellicule montrant par réflexion le noir du premier ordre des anneaux de Newton. Les couches sur lesquelles j'ai opéré, d'après ces remarques et la concordance des résultats que j'ai obtenus, me semblent donc d'une constitution bien définie et peuvent être considérées comme un état d'agrégation bien déterminé des particules d'argent.

» V. L'équation de la droite, déduite de la moyenne des résultats, est

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\varepsilon}{[illegible]} - \frac{26}{24,3}.$$

» Les expériences ont toutes été faites entre 13° et 16°; on peut tirer de l'équation la valeur qu'aurait, à 0°, la résistance spécifique d'une plaque d'argent assez épaisse pour que l'on puisse négliger l'influence des couches superficielles. On trouve 1,45 environ en prenant comme unité la résistance spécifique de l'argent ordinaire recuit (nombre de Matthiessen). Ce résultat n'a rien de surprenant, l'argent sur lequel j'ai opéré n'ayant subi aucune des opérations mécaniques auxquelles l'autre a été soumis. »

PHYSIQUE. — *Quelques propriétés des décharges électriques produites dans un champ magnétique. Assimilation au phénomène de Zeemann.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une précédente Note, j'ai montré que les rayons cathodiques se divisaient en deux parties, dans un champ magnétique intense : les uns, rayons de première espèce, qui s'enroulent autour des lignes de force, dans le sens du courant excitateur du champ; les autres, rayons de seconde espèce, qui suivent le champ. J'ai poursuivi des expériences de cette nature pour divers degrés de vide. J'ai employé pour cela des ampoules sphériques de 5^{cm} à 6^{cm} de diamètre, portant deux électrodes, sphériques elles-mêmes, symétriques par rapport au centre, et à 1^{cm} ou $1^{cm},5$ de distance l'une de l'autre. Dans ces conditions, pour les degrés de vide peu élevés, on peut

très facilement étudier ce qui se passe dans le tube par l'illumination du gaz lui-même.

» Une ampoule qui donne le phénomène cathodique à son début, très molle, pour employer l'expression consacrée, donne des phénomènes tout à fait analogues à ceux déjà décrits. Mais un phénomène nouveau se passe à l'anode : une lame lumineuse, violacée, normale au champ, semble s'échapper du plan diamétral de l'anode normal au champ, et se perdre en s'estompant.

» Pour un degré de vide moindre encore (pression de plusieurs millimètres), les phénomènes deviennent plus frappants. J'ai retrouvé la description sommaire de phénomènes analogues dans un Mémoire tout récent de Paalzow et Neessen (*Wied. Ann.*, t. LXIII, p. 209; décembre 1897). La lumière cathodique violette (¹) s'étale en forme de cylindre, ayant pour axe la ligne de force. La lueur ainsi formée s'éteint dans le gaz lui-même, sans arriver à la paroi, si le potentiel n'est pas assez élevé. Autour de l'anode se forme une couche plane normale au champ, de couleur chair. Celle-ci ne s'échappe maintenant que d'un seul côté de l'anode, tourne en sens inverse du courant excitateur du champ, puis s'étale dans le gaz lui-même, à une certaine distance de l'anode, en se redressant et s'épanouissant suivant les lignes de force.

» Quand on emploie des potentiels plus élevés, les phénomènes se modifient. Tout d'abord le cylindre lumineux parallèle au champ vient rencontrer la paroi, sans y produire aucun phénomène remarquable; l'illumination du gaz est rose violacé. Si à ce moment l'on interpose une étincelle convenable dans le circuit, ou si l'on introduit deux bouteilles de Leyde formant un dispositif de Lecher, on voit, malgré la haute pression de l'ampoule, un phénomène cathodique se produire au point de la paroi rencontré par le cylindre lumineux.

» Si l'on augmente l'énergie de la décharge, son aspect change. La lueur devient plus intense et tend vers le blanc. En même temps les phénomènes cathodiques disparaissent, qu'on emploie les hautes fréquence ou l'étincelle.

» Pour obtenir l'apparence nette que je viens de décrire, il est indispensable d'opérer avec une étincelle dans le circuit, ou en faisant les interruptions très rares, à la main par exemple. Dans le cas contraire, les deux électrodes sont le siège chacune des deux phénomènes, le phénomène décrit ici comme cathodique étant plus faible à l'anode et inversement.

» J'ai ensuite étudié ce qui se passe à la pression atmosphérique. Dans ce cas les résultats sont moins nets et moins faciles à interpréter. M. Cornu a montré récemment que les effluves électriques se dirigeaient normalement aux lignes de force dans le champ magnétique. J'ai étudié ce qui s'y passe pour l'arc électrique obtenu au moyen d'une puissante bobine d'induction, entre deux fils métalliques. Deux formes d'arc peuvent être obtenues : l'une comporte encore une étincelle entourée d'une flamme, l'autre ne comporte plus que la flamme.

(¹) L'ampoule contient de l'air.

» Étudions ce qui se passe pour l'arc parallèle aux lignes de force.

» L'étincelle n'est aucunement modifiée. La flamme se contourne en une surface hélicoïdale, limitée par une double spirale conique ayant un sommet sur chaque électrode. D'ailleurs, pour les arcs longs, il arrive parfois que cette nappe contournée n'ait pas de sommet bien net.

» Quand on rapproche davantage les électrodes, on voit se produire à un instant une modification. La surface hélicoïdale s'allonge considérablement dans le sens du champ aux deux électrodes, les vapeurs étant dirigées à cet endroit dans le sens du champ, puis au milieu de l'arc, il se produit une surface de vis à pas très petit, réunissant les deux traits précédents.

» Quoi qu'il en soit, nous voyons nettement ici encore, à la pression atmosphérique, se produire deux mouvements distincts des molécules chargées dans le champ magnétique. Elles commencent par suivre une trajectoire nettement rectiligne, pour s'enrouler ensuite autour du champ.

» Quand l'arc devient plus petit encore, le phénomène se complique. Une large surface hélicoïdale se produit toujours; mais, au centre du phénomène, on voit deux traits de feu formant des hélices, l'une à droite, l'autre à gauche, et à pas très long. Parfois ces hélices semblent se réduire à une ligne rigoureusement droite. Nous ne savons d'ailleurs rien sur le sens dans lequel elles sont parcourues par les molécules matérielles.

» Quand l'arc est normal aux lignes de force, il est étalé en une large nappe lumineuse mince, normale aux lignes de force.

» En somme de toutes les expériences décrites dans cette Note et dans ma Note précédente, il résulte que les décharges électriques dans les milieux gazeux ont deux formes de trajectoires stables quand elles traversent un champ magnétique, l'une dans la direction même du champ, l'autre suivant des hélices qui s'enroulent autour de celui-ci.

» J'ai été conduit aux recherches qui précèdent par l'étude du phénomène de Zeemann. La théorie qui en a été donnée par MM. Lorentz et Zeemann admet dans la flamme l'existence d'ions en vibration. L'existence de molécules douées de charges électriques dans la flamme est bien montrée par la propriété qu'ont les gaz qui s'en échappent de décharger les corps électrisés. La notion que ce sont des *ions* semble prouvée par l'expérience bien connue de Villari. Ce savant a montré que les gaz de la flamme perdent la propriété de décharger les corps électrisés en passant à travers un ozoniseur.

» La théorie électromagnétique de la lumière est d'ailleurs satisfaite si les particules vibrantes des sources lumineuses sont susceptibles de produire un champ électromagnétique oscillant, c'est-à-dire sont douées de charges électriques.

» Dans les idées les plus répandues sur les rayons cathodiques, ceux-ci

sont produits également par des ions en mouvement. J'ai alors pensé que, dans ces idées, un tube de Crookes excité par le courant n'était autre chose, au point de vue physique, qu'une source lumineuse où les mouvements, limités par l'élasticité du milieu aux hautes pressions, étaient remplacés par des trajectoires finies; en un mot, une source lumineuse sans réactions élastiques. Il était alors rationnel de chercher un phénomène analogue à celui de Zeemann, visible directement par le phénomène de fluorescence, c'est-à-dire la scission des rayons cathodiques en deux espèces, les uns rectilignes suivant les lignes de forces, les autres s'enroulant autour de celles-ci. Il était probable qu'aux pressions croissantes des phénomènes analogues se produiraient, si l'énergie employée était suffisante pour rendre négligeable la réaction élastique du milieu vis-à-vis de la force vive des molécules. Les phénomènes précédents peuvent être interprétés dans ce sens, les phénomènes produits par l'arc d'induction étant moins nets à cause de la grandeur des réactions élastiques à la pression atmosphérique.

» En somme nous conclurons que l'hypothèse des ions, qui a permis déjà de coordonner tant de faits, se présente à nous, non pas avec le caractère de la nécessité, mais avec celui de la suffisance, pour coordonner les faits relatifs à l'émission lumineuse des gaz incandescents et ceux relatifs à la décharge électrique dans les milieux gazeux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la formule barométrique.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« Les tentatives qui ont été faites, dans ces derniers temps, pour lancer, à de très grandes hauteurs dans l'atmosphère, des ballons non montés portant des instruments enregistreurs, ont ramené l'attention sur la formule barométrique due à Laplace. On a même énoncé l'intention de profiter de ces ascensions pour *vérifier* la formule.

» S'il s'agit simplement de constater que les hauteurs calculées par la formule de Laplace diffèrent, parfois notablement, des hauteurs vraies, c'est là un fait connu depuis longtemps; les observations faites dans les ballons-sondes ne sont, du reste, pas assez précises pour apporter sur ce point des renseignements réellement utiles. Au surplus, ces écarts ont des causes très complexes et ne proviennent pas exclusivement, comme on le dit quelquefois, d'une inexactitude dans l'hypothèse fondamentale.

» Cette hypothèse consiste à admettre que l'air est immobile, en équilibre statique, et que les différences de pression d'une couche à l'autre sont dues seulement au poids de l'air.

» Soient a le poids du mètre cube d'air à une hauteur z où la pression atmosphérique est p, la tension de vapeur f, la température t et l'accélération de la pesanteur g; a_0 le poids du mètre cube d'air sec à 0°, sous la pression de $0^m,760$ de mercure, et D le poids du mètre cube de mercure à 0°, ces deux quantités étant mesurées au niveau de la mer et à la latitude de 45°, où l'accélération de la pesanteur est G. On a alors

$$dp = -a\,dz$$

et

$$a = a_0 \times \frac{g}{G} \times \frac{p - 0,377f}{D \times 0,760} \times \frac{1}{1+\alpha t},$$

d'où

$$\frac{0,760 \times D}{a_0} \times \frac{dp}{p} = -\frac{g}{G} \times \frac{1 - 0,377\frac{f}{p}}{1+\alpha t}\,dz,$$

et, en intégrant entre les limites z_0 et z,

$$\frac{0,760 \times D}{a_0} \operatorname{Log}\frac{p_0}{p} = \int_{z_0}^{z} \frac{g}{G} \times \frac{1 - 0,377\frac{f}{p}}{1+\alpha t}\,dz,$$

g, $\frac{f}{p}$ et t sont des fonctions de z; il y a donc en réalité non pas *une* formule barométrique, mais une infinité de formules, suivant que les fonctions g, $\frac{f}{p}$ et t ont telle ou telle expression. La vérification de l'hypothèse fondamentale de Laplace exigerait la connaissance exacte de ces fonctions, condition qui ne sera sans doute jamais remplie.

» La formule usuelle, généralement connue sous le nom de *formule de Laplace*, s'obtient en supposant que g, $\frac{f}{p}$ et t sont constantes et ont pour valeurs, dans toute la couche d'air considérée, la moyenne arithmétique des valeurs observées aux deux stations extrêmes. Il est clair qu'il n'y a pas lieu de chercher à vérifier cette formule particulière, qui peut être commode dans la pratique, mais qui n'a plus de signification théorique.

» Dans le Mémoire complet [1] j'établis et je discute les expressions

---

[1] En cours d'impression dans les *Annales du Bureau central météorologique*

diverses auxquelles on parvient quand on assigne aux fonctions g, $\frac{f}{p}$ et t quelques formes simples. La différence vraie de hauteur $z - z_0$ peut être alors exprimée par deux termes, dont le principal est la hauteur approchée donnée par la formule usuelle et dont le second est une correction qui dépend des hypothèses faites sur les fonctions. Cette correction peut être souvent importante. Par exemple, dans une ascension en ballon-sonde correspondant aux données suivantes :

$$p_0 = 760^{mm}, \qquad t_0 = +10^{\circ}, \qquad p = 150^{mm}, \qquad t = -70^{\circ},$$

la formule usuelle donnerait une différence de hauteur de 11540^m; cette quantité devrait être diminuée de 105^m, si l'on admet que la température de la couche d'air, au lieu d'être constante, varie suivant une fonction linéaire de l'altitude; la correction, toujours de même signe, s'élèverait à 492^m, si l'on avait admis (loi de Mendéleieff) que la température varie suivant une fonction linéaire de la pression.

» En général, dans une ascension à grande hauteur, faite avec un ballon muni d'instruments enregistreurs, on reconnaîtra que l'atmosphère est divisée en un certain nombre de couches dans l'intérieur desquelles les variations des différents éléments sont régulières, tandis qu'au passage d'une couche à l'autre il peut y avoir des changements rapides, parfois même une véritable discontinuité. Les Tableaux contenus dans le Mémoire permettraient alors de calculer séparément la hauteur de chaque couche en employant d'abord la formule usuelle, puis en lui appliquant les corrections nécessitées par les différentes lois de variation de la température ou de l'humidité dans chaque couche, si ces lois sont données par les observations d'une manière suffisamment exacte. C'est seulement quand ce calcul complet sera réalisable qu'il pourra être question ensuite de comparer la hauteur totale, ainsi déduite des observations barométriques, avec celle qui aurait été déterminée au même moment par une triangulation. Tant que ces conditions ne seront pas remplies, il sera illusoire de chercher dans les mesures de hauteur, faites au moyen du baromètre, une évaluation de l'influence que peuvent avoir les mouvements de l'atmosphère sur la décroissance verticale de la pression. »

---

pour 1896, t. I. On trouvera également, dans ce Mémoire, des Tables nouvelles pour le calcul de la formule usuelle, plus exactes et plus étendues que les Tables anciennes.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les caractères des saisons et des années successives.* Note de M. P. Garrigou-Lagrange, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication faite au mois d'avril de l'an dernier, j'ai exposé une méthode générale pour la solution du problème des transformations atmosphériques, en exprimant l'anomalie, ou écart à la pression normale, en chaque point de l'hémisphère boréal, dans une situation donnée, en fonction des anomalies constatées aux divers points de cet hémisphère dans les situations antérieures. J'ai montré qu'on était ainsi amené à la considération de certains systèmes d'équations linéaires, dont la résolution, exacte ou approchée, donnait le sens et la grandeur probables des transformations, en même temps qu'elle permettait d'établir, entre les anomalies des années et des saisons successives, quelques relations générales intéressantes.

» Dans la Note relative à cette Communication, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 26 avril 1897, je disais au sujet des caractères de l'année qui vient de s'écouler :

» Dans la période 1875-1892, plus particulièrement étudiée, l'anomalie de pression change de signe sur l'hémisphère boréal d'une année à l'autre, et ce changement s'opère dans le voisinage du solstice d'été.

» On doit conclure de là, entre les anomalies de pression, une relation que j'énoncerai, sous sa forme la plus générale, de la façon suivante : au point de vue de la distribution des pressions sur l'hémisphère nord, les années se suivent et ne se ressemblent pas ; dans une même année, au contraire, estimée à compter du solstice d'été, les saisons se suivent et se ressemblent.

» L'hiver 1896-1897 offre de cette double relation un exemple intéressant. Il a été caractérisé au nord de l'hémisphère par une grande et persistante anomalie positive, dont le contre-coup a été pour Paris une anomalie négative, égale à $-2^{mm},23$. On en pourrait déduire un changement à brève échéance dans les conditions météorologiques et un renversement de l'anomalie, que les équations donnent en effet positive pour Paris et pour l'automne 1897 et l'hiver 1897-1898.

» Les changements importants qui se sont produits dans la situation atmosphérique, depuis l'hiver 1896-97, me permettent aujourd'hui de trouver dans la suite des événements quelque justification de ces idées. Si l'on calcule en effet, pour Paris et pour chaque saison, l'anomalie de la pression, on obtient :

Écart à la pression normale de Paris.

	mm
Hiver 1896-1897	— 2,23
Printemps 1897	— 1,22
Été 1897	+ 0,08
Automne 1897	+ 4,05
Hiver 1897-1898	+ 2,37

» Ces nombres sont empruntés aux statistiques de M. Renou, sauf celui de l'hiver 1897-1898, que j'ai calculé moi-même et qui doit être très approché. On y retrouve toutes les transformations annoncées l'an dernier : le changement de signe de l'anomalie au voisinage du solstice d'été et la persistance depuis lors d'une même situation à anomalie positive.

» La succession des phénomènes montre donc qu'entre deux hivers fort différents et marqués chacun par des caractères très particuliers, les saisons se sont entresuivies en la façon que j'avais prévue; d'où je crois avoir quelque raison de conclure que la méthode générale, que j'ai proposée pour les déduire les unes des autres, semble devoir donner, en ces questions très compliquées, d'heureux résultats. Les obscurités et les doutes qui y subsistent encore peuvent, je crois, être attribués, en grande partie, moins à la méthode elle-même qu'aux conditions défavorables où j'ai pu l'appliquer, n'ayant eu, pour établir les équations du problème, qu'un nombre fort restreint d'années d'observations, sur une trop petite partie du globe.

» Comme le changement qui, suivant moi, s'opère en moyenne dans le voisinage du solstice, doit s'entendre d'un renversement dans les conditions de la circulation générale sur la totalité ou sur une partie considérable de l'hémisphère, on comprendra aisément que ce ne sont ni les variations observées à Paris, ni même celles de l'Europe entière, qui peuvent donner une base solide aux calculs et permettre de déterminer le sens dans lequel va se transformer la situation actuelle. Bien que les documents relatifs aux autres parties de l'hémisphère n'aient pu encore être réunis et mis en œuvre, on peut dire cependant qu'il y a probabilité pour que le grand mouvement commencé depuis l'an dernier se continue. Les hautes pressions, signalées au nord de l'Europe et de l'Atlantique dans l'hiver 1897 et qui, depuis le solstice d'été, se sont peu à peu transportées et établies sur le centre de l'Europe, tendent à poursuivre leur mouvement et à descendre plus au sud et au sud-ouest, amenant ainsi, dans un temps plus ou

moins voisin du solstice, une situation nouvelle, caractérisée par l'augmentation du maximum barométrique des Açores et la diminution du minimum de l'Islande. »

CHIMIE. — *Sur les causes du déplacement réciproque de deux acides.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. E. Grimaux.

« L'attaque d'un sel pur et sec par un acide pur présente des phases variées, qu'il importe d'étudier expérimentalement pour en donner l'explication rationnelle. J'ai déjà dit que certains cas de décomposition rentrent dans la catégorie des phénomènes de dissociation réversible (¹); puis j'ai montré comment des actions secondaires, en détruisant les corps antagonistes, empêchent toute réversibilité. Je vais aujourd'hui montrer le rôle prépondérant joué par la température dans des réactions totales en désaccord avec les lois de Berthollet.

» *Phosphate tribasique d'argent*, PO^4Ag^3. — Enfermons dans une ampoule vide d'air $1^{gr},07$ de phosphate triargentique, séché à 130°. Introduisons cette ampoule dans un tube manométrique contenant 54^{cc} de gaz sulfhydrique sec à la pression et à la température normales. Brisons l'ampoule. L'absorption du gaz H^2S, assez rapide au début, se ralentit, puis cesse au bout de trois jours, vers 12°. La tension du gaz restant équivaut alors à une pression mercurielle de 125^{mm}. Cette tension finale varie d'ailleurs avec les conditions de l'expérience; mais dès qu'elle est atteinte, l'absorption du gaz H^2S n'est plus sensiblement influencée par une augmentation de pression de 60^{mm} agissant pendant dix heures. Elle n'est accentuée que par une élévation de température.

» Il semblerait que le contact du sel d'argent avec le gaz H^2S, imparfait à basse température, ne se produit que si la température s'élève. Cependant l'arrêt de la réaction n'est pas dû à la formation d'une couche protectrice de sulfure sur le phosphate d'argent. En effet, donnons à l'ampoule remplie de phosphate argentique la forme d'un long cylindre, et provoquons une fêlure à l'une des extrémités de ce tube après l'avoir porté dans le gaz sulfhydrique sec. On constate une abondante formation de sulfure Ag^2S noir, près de la fêlure, tandis qu'à l'extrémité opposée le phosphate conserve sa teinte jaune primitive, même après quarante-huit heures de con-

(¹) *Comptes rendus*, 1896, t. CXXIII, p. 1285; 1897, 1er sem., p. 81.

tact. La tension du gaz H^2S restant s'abaisse à 35^{mm} de mercure; à la température de 8°, elle ne varie pas vingt-quatre heures après rupture totale de l'ampoule; mais à 109° la tension tend rapidement vers zéro, c'est-à-dire vers l'absorption totale de H^2S.

» Si l'on opère sous pression réduite ($< 120^{mm}$), il y a toujours, au début, absorption du gaz H^2S, même au-dessous de 0°. Cela peut provenir d'une dessiccation imparfaite des corps.

» *Pyrophosphate d'argent.* — I. L'action du gaz H^2S pur sur le pyrophosphate d'argent $P^2O^7Ag^4$, séché à 130°, présente des particularités analogues à celles que je viens de signaler pour le phosphate normal. C'est ainsi qu'en opérant comme ci-dessus, à 12°, le pyrophosphate d'argent noircit de proche en proche en s'échauffant, dès qu'il arrive au contact de H^2S; puis la réaction se ralentit et s'arrête finalement quand la tension du gaz sulfhydrique atteint 390^{mm}. Cette tension diminue (c'est-à-dire que H^2S est de nouveau absorbé) dès que l'on chauffe, même brutalement, à la lampe.

» II. En refaisant l'expérience sous un vide partiel correspondant à une pression mercurielle de 80^{mm}, et ne mettant en contact le gaz H^2S et le sel d'argent qu'à basse température (— 10°), le phosphate se recouvre d'un léger voile gris, la pression diminue, mais très peu si l'appareil est propre et sec. Si l'on chauffe l'ampoule à la lampe, il y a production immédiate de sulfure noir d'argent Ag^2S, et la pression diminue rapidement de 68^{mm}.

» III. Pour étudier plus à fond l'influence de la température, j'ai opéré, de novembre en février, dans une salle dont la température est restée constamment inférieure à 10°. Le pyrophosphate d'argent étant porté à — 21° et le gaz sulfhydrique bien sec étant à la pression atmosphérique, j'établis le contact entre les deux corps en fêlant l'extrémité de l'ampoule à phosphate d'argent. Ce sel noircit aussitôt au voisinage de la fêlure et le mercure s'élève de 149^{mm} dans le tube manométrique. Au bout de douze jours, à la température de la salle (6° à 10°), l'absorption du gaz H^2S correspond à une élévation manométrique de 16^{mm}. Si l'on élève la température, on constate que, à 80°, la dépression manométrique atteint 6^{mm} par minute.

» Le 25 novembre, la tension mercurielle du gaz H^2S restant était 489^{mm} à 6°; elle a conservé cette valeur pendant deux mois, à une température comprise entre 1° et 8°; dans cet intervalle il ne s'est donc fait aucune réaction entre le sel d'argent et le gaz H^2S. Dès qu'on élève la tempé-

rature la réaction se fait de nouveau jusqu'à absorption totale de H^2S.

» J'ai contrôlé ces résultats par d'autres expériences.

» En résumé, quand on traite un chlorure métallique par un acide fixe, le gaz chlorhydrique se dégage; au contraire, le gaz sulfhydrique est absorbé par les sels métalliques purs et secs. La première réaction est endothermique, la seconde est fortement exothermique; mais, dans les deux cas, une élévation de température active la réaction; un abaissement de température la retarde, l'arrête même. On peut donc affirmer que la température est le facteur principal des actions chimiques que nous avons étudiées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau siliciure de chrome.* Note de M. **Ch. Zettel**, présentée par M. H. Moissan.

« On ne connaissait jusqu'ici que deux siliciures de chrome : le premier, répondant à la formule $SiCr^2$, a été obtenu, au four électrique, par M. Moissan (1); l'autre, d'après une Note de M. de Chalmot (2), aurait été préparé également au four électrique et correspondrait à la formule Si^2Cr.

» J'ai obtenu un nouveau siliciure de chrome de formule $SiCr^3$ en chauffant fortement un mélange de cuivre, d'aluminium et de sesquioxyde de chrome dans un creuset de terre réfractaire, au four Perrot, et en utilisant la grande quantité de chaleur qui se produit par la réduction du sesquioxyde de chrome par l'aluminium. Le silicium était fourni par le creuset de terre réfractaire et par un agitateur de même matière, qui étaient fortement attaqués par la réaction et fondus sur une profondeur de 5^{mm} environ.

» La présence du cuivre dans le bain est indispensable; en employant un bain ne renfermant que de l'aluminium, j'ai obtenu un alliage de chrome et d'aluminium, mais jamais de siliciure.

» J'ai fait plusieurs essais pour préparer le siliciure $SiCr^3$ au four électrique par différentes méthodes; il se formait toujours des mélanges de plusieurs siliciures de chrome qui, ayant à peu près les mêmes propriétés chimiques, ne pouvaient être séparés.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 624.

(2) *Ann. chem. Journ.*, t. XIX, p. 69. — *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII-XVIII (Extr.), p. 533.

» *Préparation.* — J'ai fondu, dans un creuset de terre réfractaire, au four Perrot, 140gr de cuivre et 140gr d'aluminium. Quand le bain est bien liquide, on ajoute par petites portions 200gr de sesquioxyde de chrome, calciné au préalable. Après avoir mélangé le tout à l'aide d'un agitateur en terre réfractaire et l'avoir chauffé aussi fortement que possible pendant une demi-heure, on ajoute une petite quantité de limaille d'aluminium pour déterminer la réduction, ainsi que l'a indiqué M. Moissan à propos de la préparation des alliages d'aluminium [1]. Aussitôt une réaction très vive se produit, toute la masse est portée au rouge blanc et fournit une lumière éblouissante. On remue au moyen de l'agitateur en terre pendant une ou deux minutes; on sort ensuite le creuset du four et l'on coule la matière fondue. On obtient un lingot métallique de chrome, de cuivre et d'aluminium dans lequel se trouve un corps bien cristallisé, composé de chrome et de silicium et répondant à la formule $SiCr^3$. Ce composé est séparé des métaux par l'action de l'eau régale. On lave à l'eau, puis l'on sèche a l'étuve.

» *Propriétés.* — Le siliciure de chrome, préparé dans les conditions que je viens d'indiquer, se présente sous la forme d'une poudre cristalline, grise, formée de petits cristaux arborescents.

» Sa densité est de 6,52 à +18°; il raye facilement le verre, mais est sans action sur le quartz, tandis que le siliciure $SiCr^2$ de M. Moissan raye même le corindon avec la plus grande facilité.

» L'acide chlorhydrique en solution aqueuse, l'acide azotique, l'eau régale sont sans action; l'acide fluorhydrique en solution aqueuse l'attaque complètement, même à froid, et la réaction ne tarde pas à devenir assez vive.

» Le chlore et le brome décomposent ce nouveau siliciure au rouge en produisant une légère incandescence.

» Le soufre est sans action à la température du rouge sombre.

» Le chlorate de potassium fondu l'attaque avec difficulté au rouge.

» La potasse fondue le détruit lentement; le mélange d'azotate et de carbonate alcalins le décompose rapidement.

» *Analyse.* — Le siliciure de chrome $SiCr^3$ a été attaqué par un mélange de carbonate de potassium (2 parties) et d'azotate de potassium (8 parties). Le tout était repris par l'acide chlorhydrique et, après évaporation, chauffé à l'étuve à 125° pour insolubiliser la silice. Le chrome était dosé sous forme d'oxyde en le précipitant par l'ammoniaque.

» Le chrome peut également être dosé en attaquant le siliciure directement par l'acide fluorhydrique; on évapore, on traite le résidu par l'acide sulfurique, on évapore à nouveau, et l'on pèse le sesquioxyde de chrome après l'avoir calciné.

» J'ai obtenu les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour $SiCr^3$.
Si............	15,40	»	15,52	15,21
Cr............	83,81	84,68	84,98	84,79

---

[1] H. MOISSAN, *Sur une nouvelle méthode de préparation des alliages d'aluminium* (*Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1302).

» En résumé, j'ai préparé un nouveau siliciure de chrome bien cristallisé de formule $SiCr^3$. Ce composé est très stable et résiste à l'action des acides, à l'exception de l'acide fluorhydrique. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle méthode de fractionnement des terres yttriques.* Note de M. G. Urbain (1), présentée par M. Friedel.

« J'ai étudié, au point de vue de la façon dont ils se comportent au fractionnement, un grand nombre de sels yttriques.

» Les dérivés dont la cristallisation fractionnée m'a donné les meilleurs résultats sont les éthylsulfates. Ces sels, magnifiquement cristallisés en beaux prismes hexagonaux, ont été décrits par M. Alen et déterminés par M. Topsoë. Ils se préparent très aisément par double décomposition entre les sulfates yttriques et l'éthylsulfate de baryum.

» Ils se comportent au fractionnement de la manière suivante :

» Les cristaux qui se déposent en premier, à peine colorés, présentent une légère teinte orangée. Ils sont pauvres en terres à bandes d'absorption. Ils ont des poids atomiques plus faibles que les eaux-mères.

» Si la dissolution renferme du didyme, le didyme s'y accumule à tel point qu'on ne peut plus l'apercevoir dans les autres portions du fractionnement, quoique l'éthylsulfate de didyme soit très soluble, en l'absence de terres yttriques.

» Des terres du groupe erbique que renferment les premiers cristaux, l'X de Soret apparaît avec un spectre sensiblement plus intense que celui du nouvel erbium.

Tableau I. — *Terres yttriques de l'Æschynite (cristaux de tête).*

Divisions du micromètre.	Longueurs d'onde.	Éléments.	1ers cristaux (têtes).	2e cristaux.
32	654	Er (Erbium)	Faible.	Assez forte.
34	640	X (Holmium)	Faible.	Assez forte.
54-56	582-572	Di (Didyme)	Faible et diffuse.	»
67	543	X	»	Faible.
69	540	Er	»	Faible.
72	536	X	Faible.	Forte.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

Divisions du micromètre.	Longueurs d'onde.	Éléments.	1ers cristaux (têtes).	2es cristaux.
78	523	Er	Faible.	Assez forte. Estompée à droite.
79	520	Di	Très faible.	Faible.
100	484	X	Faible.	Forte.
108	474	Dy (Dysprosium)	Très faible.	Faible.
125-130	453-450	Dy	Faible.	Très forte.

Tableau II. — *Terres yttriques des sables monazités (cristaux de tête).*

Divisions du micromètre.	Longueurs d'onde.	Élément.	Eaux-mères. Dissolution alcoolique.	Deuxièmes cristaux.
31	654	Er	Faible.	Assez forte.
34	640	X	Faible.	Assez forte.
54-56	582-572	Di	Très faible.	Faible. Estompée.
66	546	Er	»	Faible.
67	543	X	»	Faible.
69	540	Er	»	Faible.
72	536	X	Faible.	Forte.
78	523	Er	Assez forte.	Assez forte.
79	520	Di	Faible.	Faible.
99	484	(X)	Douteuse.	Forte.
101	482	Di	»	Faible.
108	474	Dy	Douteuse.	Faible.
124-129	453-450	Dy	Faible.	Forte.

» Ce Tableau montre que le fractionnement des éthylsulfates yttriques des sables monazités se comporte comme celui de l'æschynite. Il montre en outre que le fractionnement dans l'alcool se comporte vis-à-vis du didyme comme le fractionnement dans l'eau, mais que l'inverse se passe pour les terres yttriques à bandes d'absorption qui s'accumulent dans les têtes du fractionnement alcoolique.

» L'étude spectrale de ces portions a été complétée par la détermination des poids atomiques.

» Je retrouve par cette méthode les résultats que nous avons obtenus, M. Budischowsky (1) et moi, par le fractionnement des acétylacétonates, et que MM. Schützenberger (2) et O. Boudouard ont obtenus par la fusion des nitrates et le fractionnement des sulfates.

(1) G. Urbain et Budischowsky, *Comptes rendus*, 1897.

(2) Schutzenberger et Boudouard, *Comptes rendus*, 1897.

» La teinte orange de cet oxyde paraît y déceler la présence du terbium.

» En outre, le spectre d'absorption de cette linite, quoique très faible, y accuse la présence d'au moins quatre substances à poids atomique élevé.

» Je supposerai donc, jusqu'à preuve du contraire, que cette substance est de l'yttrium impur.

» Les cristaux qui se déposent ensuite dans le fractionnement des éthylsulfates deviennent de plus en plus roses. Le spectre de l'X de Soret y diminue graduellement. Le spectre du dysprosium paraît plus persistant. On obtient ensuite des cristaux dont la dissolution ne présente plus que le spectre du nouvel erbium très intense, et dans lequel les bandes du thulium semblent apparaître.

» Le spectre des cristaux qui se déposent en dernier s'affaiblit graduellement, et finalement on obtient une eau-mère qui ne cristallise plus sensiblement et qui ne présente plus de bandes d'absorption.

» Cette terre a un poids atomique élevé et son oxyde est rigoureusement blanc.

Tableau III. — *Spectre des derniers cristaux.* (*Æschynite.*)

Divisions du micromètre.	Longueurs d'onde.	Éléments.	
24	684	Tm (Thulium)	Faible.
31	654	Er	Faible.
69	540	Er	Très faible.
78	523	Er	Forte.
99	485	(X)	Forte.
115-120	469-463	Tm?	Faible.
128	451	Er	Faible.

Tableau IV. — *Fractions intermédiaires.* (*Æschynite.*)

Divisions micromètre.	Longueurs d'onde.	Éléments.	I.	II.	III.	IV.
24	684	Tm	Faible. Nette.	»	»	»
27,5	675	Er	Faible, plus forte que 684.	Très faible.	Extrêm. faible.	»
31	654	Er	Forte.	Forte.	Assez forte.	Assez forte.
34	640	X	Faible, comme 684.	Faible.	Assez forte.	Assez forte.
66	546	Er	Très faible.	Extrêm. faible.	Douteuse.	»
69	540	Er	Assez forte.	Assez forte.	Faible.	Assez faible.
72	536	X	Ass. forte, nette, plus faible que 540.	Assez forte; plus forte que 540.	Assez forte; plus forte que 640.	Forte. Estompée à droite.
78	523	Er	Très forte. Estompée jusqu'à la division 80.	Très forte. Estompée jusqu'à la division 80.	Très forte. Estompée à gauc.	Forte. Estompée à gauche.

Divisions du micromètre.	Longueurs d'onde	Éléments.	I.	II.	III	IV.
97	489	Er	Faible; large. Estompée à gauc.	Faib.; large. Estomp. a droite et à gauche.	Tr. faible; large: estompée.	Extrêm. faibl
99	485	(X)	Forte, nette; pl. forte que 654.	Forte. Estompée à droite.	Très forte. Estompée.	Forte, nébuleus
108	474	Dy	Très faible.	Très faible.	Très faible.	Très faible.
117	461	Tm?	Douteuse.	»	»	»
129	451	Dy	Forte, nette. Estompée à gauc.	Tres forte. Estompée a gauc.	Estompée. La plus forte du spectre.	Très forte.
136	444	(Di)	Faible; pl. forte que 489.	Faible; pl. faible que 489.	Douteuse.	»

» En résumé, on peut déduire des mesures précédentes que les terres yttriques se séparent, dans le fractionnement des éthylsulfates, de la façon suivante : yttrium, terbium, holmium et dysprosium, erbium, ytterbium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux modes de décomposition de quelques éthers sulfocyaniques.* Note de M. **Œschner de Coninck.**

« J'ai étudié l'action des hypochlorites à excès d'alcali sur quatre éthers sulfocyaniques : les sulfocyanates de méthyle, d'éthyle, d'amyle et de méthylène.

» 1° *Sulfocyanate de méthyle.* — Cet éther, très pur, est mis, en cloche courbe, au contact d'une solution d'hypochlorite de calcium, préparée en épuisant 11gr de chlorure de chaux frais par 95gr d'eau distillée (1). A froid, la réaction est faible; mais il suffit de chauffer l'appareil avec une lampe à alcool, à une température voisine du point d'ébullition de l'éther, pour que la décomposition s'accentue. Il se dégage de l'azote, il se fait de l'acide méthylsulfureux et de l'acide carbonique :

$$\begin{matrix} CAzSCH^3 \\ CAzSCH^3 \end{matrix} + H^2O + 9O = 2Az + 2(SO^3HCH^3) + 2CO^2.$$

» En faisant agir l'hypochlorite de sodium à excès de soude (2) sur le sulfocyanate de méthyle, l'action à froid est peu sensible; mais, si l'on introduit l'éther dans un appareil semblable à celui qui permet de doser les gaz de l'eau, avec un grand excès du réactif, et si l'on chauffe vivement, on recueille une quantité notable d'azote; il y production d'acide méthylsulfureux et d'une petite quantité d'acide sulfurique.

» 2° *Sulfocyanate d'éthyle.* — En cloche courbe et à froid, cet éther pur n'est pas

(1) Les proportions respectives étaient, en volume, 2cc de l'éther pour 42cc du réactif; il en a été de même pour les autres expériences en cloche courbe.

(2) Pour la préparation de cette solution, voyez mes Notes à l'Académie, de décembre 1895 et janvier 1896.

décomposé par une solution d'hypochlorite de calcium (préparée comme il vient d'être dit). A chaud, il y a légère décomposition, avec mise en liberté correspondante d'azote; une partie du soufre fournit de l'acide éthylsulfureux; une autre, plus petite, est changée en acide sulfurique. L'hypochlorite de sodium à excès de soude ne réagit pas à froid sur le sulfocyanate d'éthyle; à chaud, il réagit pour donner, non de l'azote, mais de l'éthylsulfite et du cyanure de sodium ([1]).

$$\begin{matrix} CAzSC^2H^5 \\ CAzSC^2H^5 \end{matrix} + 2(Na^2O) + 4O = 2(SO^3NaC^2H^5) + 2(CAzNa).$$

» L'action oxydante de l'hypochlorite de sodium étant épuisée, le réactif agit à la longue comme réactif alcalin, et le sulfocyanate se décompose suivant l'équation de Brüning :

$$2(CAzSC^2H^5) + Na^2O = (C^2H^5)^2S^2 + CAzNa + CAzONa.$$

» D'ailleurs, dans toutes les réactions de cet ordre, les proportions respectives des éthers sulfocyaniques et des réactifs, la richesse de ceux-ci en hypochlorites ou en alcalis libres, la concentration des solutions, les températures employées, constituent autant de facteurs, dont l'influence se fait sentir par l'apparition de la réaction qui dégage de l'azote et qui oxyde le soufre, ou de celle qui produit le sulfure organique, un cyanure et un cyanate. Plus d'une fois, les deux réactions ont pris naissance simultanément, ou dans deux phases à peine distinctes.

» 3° *Sulfocyanate d'amyle.* — Les hypochlorites de calcium et de sodium alcalins n'agissent que lentement sur cet éther. Il se fait peu à peu de l'amylsulfite et du cyanure de sodium, et il y a production d'une très faible proportion d'acide sulfurique.

» 4° *Sulfocyanate de méthylène.* — Une solution concentrée d'hypochlorite de calcium alcalin attaque vivement, à chaud, cet éther, avec dégagement d'azote et formation d'acides méthylène-disulfureux et carbonique :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix} CAzS \\ CAzS \end{matrix}\right. + H^2O + 9O = 2CO^2 + 2Az + CH^2(SO^3H)^2.$$

» Ce résultat est confirmé par celui qu'a obtenu Lermontoff en oxydant le même éther, au moyen de l'acide nitrique. Ce chimiste a isolé aussi de l'acide méthylène-disulfureux.

» Les hypochlorites de calcium et de sodium alcalins peuvent, dans d'autres conditions, donner de l'acide méthylène-disulfureux et un cyanure, dans le sens suivant :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix} CAzS \\ CAzS \end{matrix}\right. + 2H^2O + 4O = CH^2(SO^3H)^2 + 2(CAzH).$$

» Il ne se forme que des traces de cyanate, et qu'une très petite quantité d'acide sulfurique.

» *Isosulfocyanate d'allyle* (essence de moutarde) $CSAz.C^3H^5$. — J'ai traité, par

---

([1]) Il y a, là aussi, genèse d'un peu d'acide sulfurique.

une solution concentrée d'hypochlorite de calcium alcalin, un certain poids de cet éther à froid, il n'y a aucune action. Il faut chauffer fortement pour qu'il y ait dégagement d'azote. Il y a, en même temps, formation d'acide sulfurique. Je me propose d'étudier d'autres isosulfocyanates, moins riches en carbone, qui seront sans doute moins stables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers oxydes du β-naphtol.* Note de M. F. **Bodroux** [1], présentée par M. E. Grimaux.

« J'ai préparé quelques éthers oxydes du β-naphtol par l'action d'un iodure ou d'un bromure gras sur le naphtol β dissous dans la potasse alcoolique.

» Pour cela, je chauffe le mélange au bain-marie pendant une heure. Aussitôt que le liquide bout, la réaction se produit, la couleur de la solution passant du vert au jaune en même temps que, sur les parois du ballon, se forme un dépôt blanc cristallin de bromure ou d'iodure de potassium. Après refroidissement, je décante et je distille au bain d'huile, de façon à chasser l'alcool. Ce qui reste alors est traité par l'eau et par un excès de potasse. L'éther phénolique se précipite, vient surnager à la surface du liquide et, quelquefois, se solidifie au contact de l'air. On peut alors le séparer facilement.

» *Éthyl-β-naphtol :* $C^{10}H^7 - O.C^2H^5$. — Ce corps est déjà connu depuis longtemps [2]. Il cristallise facilement dans l'alcool sous la forme de lames nacrées, d'une odeur agréable, qui fondent entre 36° et 36°,5.

» *Propyl-β-naphtol :* $C^{10}H^7 - O - CH^2 - CH^2 - CH^3$. — J'ai employé :

Alcool	150 gr
Iodure de propyle	40
Potasse	18
Naphtol β	36

Résultat de l'opération : 25gr de produit brut.

» L'éther oxyde cristallise facilement dans l'alcool sous forme d'aiguilles prismatiques incolores, d'une odeur pénétrante et peu agréable, fusibles entre 39°,5 et 40°.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - O - C^3H^7$.

» En solution alcoolique, ce corps donne, avec l'acide picrique, un composé cristallisant par évaporation partielle de la solution sous forme de grandes aiguilles jaune orangé fusibles à 75°.

(1) Laboratoire de Chimie de l'Université de Poitiers.

(2) Orndorff et Kortright, *American Chemical Journal*, t. XIII, p. 162.

» *Isopropyl-β-naphtol* : $C^{10}H^7 - O - CH \begin{smallmatrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{smallmatrix}$. — Proportions employées :

Alcool	150^gr
Iodure d'isopropyle	40
Potasse	18
Naphtol β	36

» L'opération a donné environ 25gr de produit liquide. Celui-ci a été solidifié au moyen d'un mélange réfrigérant et séché entre des feuilles de papier buvard. Après une cristallisation nouvelle dans l'alcool, il s'est présenté sous forme de longues aiguilles incolores, d'une odeur faible, peu agréable, fusibles à 41°.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - O - C^3H^7$.

» Le composé picrique se présente sous la forme de longues aiguilles orangées, fusibles à 92°.

» *Isobutyl-β-naphtol* : $C^{10}H^7 - O - CH^2 - CH \begin{smallmatrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{smallmatrix}$. — Proportions employées :

Alcool	150^gr
Bromure d'isobutyle	55
Naphtol β	56
Potasse	28

» L'opération a donné 20gr d'un produit solide qui, après cristallisation dans l'alcool, se présente sous forme de lamelles nacrées d'odeur excessivement faible, fondant à 33°.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - O - C^4H^9$.

» Son composé picrique se présente sous forme de grandes aiguilles jaunes fondant entre 80° et 80°,5.

» *Isoamyl-β-naphtol* : $C^{10}H^7 - O - CH^2 - CH^2 - CH \begin{smallmatrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{smallmatrix}$. — Proportions employées :

Alcool	150^gr
Potasse	20
Iodure d'isoamyle	50
Naphtol β	36

L'opération a donné 51gr d'un corps liquide coloré en rouge brun par des matières étrangères.

» Ce corps a été rectifié plusieurs fois. Finalement il passait entre 315° et 316°. C'était un liquide incolore à la température ordinaire. Pour le solidifier, je l'ai dissous dans l'alcool, puis refroidi par un mélange de neige carbonique et d'éther. L'isoamyl-β-naphtol s'est précipité sous forme de lamelles blanches qui, purifiées par expression, fondaient facilement à 26°,5.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - O - C^5H^{11}$.

» Avec l'acide picrique, ce corps [1] donne un dérivé cristallisé en longues aiguilles jaunes, fusibles à 90°,5-91°. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le produit d'oxydation de la glycérine par la bactérie du sorbose.* Note de M. **Gabriel Bertrand** [2], présentée par M. Duclaux.

« M. Grimaux [3] a montré qu'en abandonnant un mélange de glycérine et de noir de platine au contact de l'air il se produisait un corps sirupeux, présentant les principaux caractères du glucose : notamment, ce corps réduisait la liqueur de Fehling et subissait la fermentation alcoolique sous l'influence de la levure.

» Quelque temps après, MM. Fischer et Tafel arrivèrent au même résultat en faisant réagir la vapeur de brome sur le glycérinate de plomb. Ils donnèrent au corps ainsi obtenu le nom de *glycérose*, mais reconnurent bientôt que c'était un mélange, formé vraisemblablement d'aldéhyde glycérique et de dioxyacétone [4].

» C'est ce dernier corps, dont la place est si importante dans l'histoire des sucres, que M. Piloty vient d'obtenir tout récemment à l'état de pureté parfaite, grâce à une série de transformations chimiques, d'ailleurs fort compliquées [5]. C'est également lui qui prend naissance, comme je vais l'établir, dans l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine.

» Quand on cultive ce microbe sur un liquide nutritif contenant de la glycérine, on constate que le liquide acquiert rapidement la propriété de réduire à froid la liqueur de Fehling.

» Pour déterminer plus facilement la nature du corps réducteur qui apparaît dans ces circonstances, sans être gêné par un trop grand excès de substances étrangères, j'ai ensemencé la bactérie du sorbose sur une décoction de levure ne contenant pas plus de $\frac{1}{2}$ pour 100 d'extrait et addi-

---

(1) M. Costa a signalé l'éther isoamylique du β-naphtol comme un liquide bouillant entre 323° et 326° (*Gazzetta chimica italiana*, t. XIX, p. 496).

(2) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

(3) *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XLV, p. 481; 1886, et *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1276; 1887.

(4) *Berichte der chem. Ges.*, t. XX, p. 2634; 1887.

(5) *Id.*, t. XXX, p. 3161; 1898.

tionnée de 2 à 5 centièmes de glycérine. La culture très prospère se faisait à + 30°, en matras stérilisés, sous une épaisseur de liquide de 3cm environ.

» Après une vingtaine de jours, le pouvoir réducteur du bouillon correspondait à 60gr de glucose par litre, soit, à cause de l'évaporation, à la moitié du poids de la glycérine mise en expérience.

» J'ai d'abord soumis ce bouillon réducteur à l'action de la phénylhydrazine.

» Pour cela, 125cc ont été, après filtration, additionnés de 15gr de phénylhydrazine pure et de 15gr d'acide acétique à 50 pour 100. Le mélange, abandonné à lui-même à la température ambiante, a laissé déposer peu à peu un précipité cristallin qui, recueilli après quatre jours et desséché, pesait 14gr. Dissous à chaud dans le benzène, il a donné, par refroidissement, de belles lamelles cristallines jaunes, brillantes, ayant le point de fusion (142° au bloc Maquenne) et les autres propriétés de la glycérosazone [1].

» Son analyse élémentaire a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{15}H^{16}Az^4O$.
C	66,95 pour 100	67,16 pour 100
H	6,01 »	5,97 »
O	6,15 »	6,05 »
Az	20,89 »	20,82 »

» Cette expérience prouve que le corps réducteur contenu dans le bouillon de culture est de l'aldéhyde glycérique $CH^2OH.CHOH.COH$ ou de la dioxyacétone $CH^2OH-CO-CH^2OH$ (ou bien encore un mélange des deux); mais elle ne permet pas de décider entre les deux substances, toutes deux engendrant la même osazone. Pour résoudre la question, j'ai dû recourir à l'emploi de l'hydroxylamine.

» Un demi-litre de bouillon a été réduit à 50cc par distillation, dans le vide, à la plus basse température possible. On a repris le résidu par 3vol d'alcool absolu et 6vol d'éther et, après repos et décantation, la liqueur limpide a été additionnée d'un léger excès d'hydroxylamine en solution alcoolique, suivant la méthode indiquée par Piloty. Le produit de la réaction, desséché dans le vide, a été broyé à plusieurs reprises avec de l'acide acétique, pour dissoudre l'oxime, et la solution évaporée vers 30°. Il est resté une masse cristalline qu'on a essorée, lavée avec de l'éther acétique, puis recris-

(1) Obtenue à partir de la glycérine oxydée par le brome en présence de carbonate de sodium.

tallisée dans un peu d'alcool absolu. Le corps ainsi préparé, fondant à 83°-84°, était identique à l'oxime obtenue par Piloty à l'aide de la dioxyacétone de synthèse ([1]).

	Trouvé.	Calculé $(CH^2OH)^2C.AzOH$.
Azote	13,43	13,33

» Ainsi, la bactérie du sorbose agit sur la glycérine comme sur la sorbite et la mannite. Conformément à la règle générale que j'ai énoncée dans une Note antérieure ([2]), elle lui enlève deux atomes d'hydrogène et la transforme en un véritable sucre cétonique en C^3, la dioxyacétone. »

HYGIÈNE. — *Sur la stérilisation des liquides par filtration.* Note de M. **J. Hausser**, présentée par M. Friedel.

« On a fait de nombreuses tentatives pour obtenir, par filtration, la stérilisation des liquides. Les filtres Chamberland et surtout ceux de Garros peuvent stériliser complètement en porcelaine d'amiante; mais les rendements en sont minimes et le nettoyage difficile. Dans ces filtres, ce sont des terres agglomérées par fusion partielle qui constituent la paroi stérilisante. Cette fusion partielle, en unissant trop intimement les particules, diminue considérablement la porosité de la matière au bénéfice de la solidité de la paroi, d'où le faible débit de ces appareils.

» J'ai songé à utiliser des terres cuites au-dessous de leur température de fusion. L'expérience m'a montré qu'un grand nombre de matières minérales, calcinées au-dessous de leur point de fusion et réduites en poudres fines, peuvent, par agglomération mécanique, former d'excellentes parois filtrantes et stérilisantes. Mais, de toutes celles que j'ai étudiées, la terre d'infusoires, connue aussi sous les noms de *farine fossile* et *kieselguhr*, est celle qui m'a donné les meilleurs résultats.

» Voici comment il convient de préparer cette matière : on la tamise pour en séparer les grains de sable et les autres impuretés grossières qu'elle peut contenir. On la porte ensuite à une température comprise entre 800° et 1000° environ. Après refroidissement, on la pulvérise et, s'il est nécessaire de l'avoir en poudre impalpable, on la traite par lévigation. Cette dernière condition n'est exigible que pour la filtration de

---

([1]) *Berichte d. ch. Ges.*, t. XXX, p. 1656; 1897.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 762; 1898.

certains liquides spéciaux, que l'expérience seule peut indiquer. La poudre, obtenue par simple calcination et pulvérisation subséquente, peut servir directement pour stériliser la plupart des liquides, notamment l'eau et la bière. Pour le vin, il est nécessaire, en raison de l'acidité de ce liquide, d'en compléter la purification par un lavage avec un acide minéral ou organique. La matière obtenue à la suite de ces traitements successifs est insoluble dans la plupart des liquides et ne leur communique aucun goût.

» Pour l'employer, on la délaie dans le liquide à filtrer et l'on verse cette dilution sur un filtre-support quelconque. Le liquide s'écoule, et la poudre, en raison de sa grande légèreté, se dépose, par entraînement, en une couche parfaitement régulière. Cette couche constitue une paroi filtrante très compacte et à pores d'une extrême finesse. Elle est capable de retenir les moindres particules et les plus petits micro-organismes en suspension. Comme il n'y a pas eu de fusion, il ne saurait y avoir ici, de ce fait, aucune perte de débit. Ces parois filtrantes, toutes choses égales d'ailleurs, débitent en effet couramment de quinze à vingt fois plus que les filtres Chamberland, par exemple. L'absence de rigidité de ces parois n'est, du reste, qu'un avantage de plus en leur faveur, car elle en permet très facilement le renouvellement et le nettoyage. Quand le pouvoir filtrant d'une pareille paroi est épuisé, il suffit, en effet, de l'entraîner par un courant d'eau et de la remplacer par de la nouvelle masse. Quant à la poudre encrassée, on lui rend ses propriétés primitives en la lavant avec un acide très étendu, la séchant et la calcinant à nouveau.

» Il va sans dire que les premières portions de liquide filtré, n'étant pas stériles, doivent être repassées sur le filtre. D'autre part il est important, si l'on tient à la stérilisation *continue*, de ne pas interrompre la filtration sans motif.

» Une épaisseur de $\frac{4}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de millimètre est, sur un support rigide, suffisante pour stériliser.

» Un fait remarquable, c'est le pouvoir absorbant que la calcination sans fusion donne à la matière. Non seulement elle est devenue capable d'absorber les gaz, mais aussi de retenir jusqu'à certaines matières organiques en dissolution. Voici quelques faits démonstratifs à cet égard.

» Dans 100^{cc} d'eau on a trouvé, en matière oxydable par le permanganate, les proportions ci-après :

		Seine.	Bièvre.
Avant filtration		$4^{cc},8$	$36^{cc},0$
Après filtration.	Couche filtrante de $0^{mm},4$ d'épaisseur	4,3	29,2
	» $0^{mm},8$ »	3,65	23,2
	» $1^{mm},2$ »	3,70	22,0

» Tous les liquides filtrés de ces exemples étaient stériles. Il est donc probable que la matière organique entraînée était en dissolution. Or le

Tableau montre qu'elle diminue considérablement avec l'augmentation de l'épaisseur de la couche filtrante ([1]). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des différents modes d'élimination de la chaux chez les rachitiques et des diverses périodes du rachitisme.* Note de M. J. **Babeau**, présentée par M. Armand Gautier. (Extrait.)

« Depuis deux années nous nous appliquons à l'examen du mode d'élimination de la chaux dans le rachitisme. Nous avons systématiquement étudié l'urine et les fèces de tous les rachitiques présentés à la consultation externe ou hospitalisés à la clinique infantile de l'Hôpital général de Montpellier. Le mouvement annuel des malades est de 3500 à 4000 malades.

» La dissemblance des résultats obtenus a d'abord attiré notre attention. Chez certains rachitiques, aucune excrétion (urines, fèces) ne traduisait de déperdition anormale de chaux. Chez d'autres, l'urine contenait une quantité de chaux égale à celle qui existe dans les urines d'un enfant sain de même âge et vivant dans des conditions identiques; mais les fèces révélaient une quantité de chaux supérieure à la normale. Enfin, dans d'autres cas, les urines étaient très riches en chaux, les fèces normales.

» Nous citerons ici seulement trois cas types, pris chez des enfants rachitiques, comparés à des enfants normaux de même âge :

1er Cas. — *Augment de chaux urinaire; fèces normales.*

		Enfants rachitiques.	Enfants normaux.
Urines (par litre).	Chaux	0^{gr},288	0^{gr},062
	Magnésie	0,270	0,112
Fèces.	Chaux	8,60 pour 100 de cendres	9,0 pour 100 de cendres

([1]) Dans une Note ultérieure, je me propose de donner des renseignements plus étendus sur les applications de cette masse filtrante. J'indiquerai, notamment, les résultats très encourageants que nous avons obtenus, M. Lozé et moi, par l'emploi d'un support imaginé par lui en vue même de l'utilisation de la masse.

2e Cas. — *Augment de chaux dans les fèces; urines normales.*

		Enfants rachitiques.	Enfants normaux.
Urines (par litre).	Chaux	0gr,090	0gr,070
	Magnésie	0,112	0,090
Fèces.	Chaux	35 pour 100 de cendres	9,5 pour 100 de cendres

3e Cas. — *Rachitiques plus âgés revenus à l'état normal.*

Urines (par litre).	Chaux	0gr,230	0gr,119
	Magnésie	0,116	0,112
Fèces.	Chaux	16 pour 100 de cendres	15 pour 100 de cendres

» La comparaison des résultats numériques, obtenus par des analyses nombreuses, que nous publierons dans un autre Recueil, nous conduit à formuler les conclusions suivantes :

» I. Les déformations rachitiques peuvent, dans la majorité des cas, être rapportées à deux modes d'élimination différents de la chaux :

» 1° *Élimination de la chaux en excès par les urines*, correspondant à une désassimilation de la chaux qui entre dans la constitution de la charpente osseuse;

» 2° *Élimination de la chaux en excès par les fèces*, correspondant à un défaut d'absorption de la chaux, la quantité de chaux éliminée par les urines pouvant, dans ces cas, être normale ou inférieure à la normale.

» Ces données permettent d'expliquer les résultats, en apparence contradictoires, qui ont été publiés jusqu'ici, relativement à la quantité de chaux des urines rachitiques.

» II. On peut, dans le rachitisme, distinguer trois périodes :

» Une *période rachitissante*, au cours de laquelle l'enfant élimine de la chaux en excès, soit par ses urines (rachitisme par désassimilation), soit par ses fèces (rachitisme par défaut d'absorption).

» Cette déperdition en chaux aboutit au stade des déformations et des fractures spontanées des os : c'est la *période de rachitisme constitué* ou de *rachitisme proprement dit* (seconde période).

» A une troisième période, ni les fèces ni les urines ne traduisent de déperdition anormale de chaux; les déformations seules restent, comme

indices d'une période rachitique antérieure, chez le sujet dont la nutrition est redevenue normale.

» III. Certaines déformations rachitiques reconnaissent, sans doute, un processus pathogénique particulier : celui qui aboutit aux nouures et aux malformations par augmentation de volume de l'os. Nous en recherchons actuellement la nature et la cause ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Embryogénie de la larve double des Diplosomidés* (*Ascidies composées*). Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« J'avais commencé depuis longtemps l'étude de l'embryogénie de la larve double des Diplosomidés, afin d'établir si elle provient d'un embryon double issu de l'œuf ou si elle est le résultat du bourgeonnement précoce d'un embryon ordinaire.

» Je résume ici mes observations sur cette question, à laquelle Salensky a consacré assez récemment un Mémoire très important ([2]). Mes résultats confirment ceux du naturaliste russe en ce qui concerne le développement de l'appareil branchio-intestinal. J'établis de plus le rôle des tubes épicardiques et l'origine des jeunes bourgeons, qui apparaissent déjà avant l'éclosion sur chacun des deux individus de la larve double.

» I. La segmentation de l'œuf aboutit à la formation d'une cavité entérique qui prend rapidement la forme d'un U couché sur le vitellus et dont le milieu de l'anse est situé juste au-dessous de la vésicule nerveuse en voie de développement.

» α. La branche latérale de gauche de cette cavité primitive formera l'intestin terminal de chacun des deux individus, elle s'isole peu à peu en même temps qu'elle s'étrangle progressivement en deux tronçons dont le plus inférieur, celui qui est situé à l'extrémité libre de la branche, deviendra l'intestin terminal de l'individu ventral, et l'autre formera l'intestin terminal de l'individu dorsal, appelé encore l'*oozoïde* lequel porte la vésicule sensorielle, les papilles adhésives et la chorde.

» β. La branche latérale droite subit une évolution beaucoup plus complexe; elle se transforme en deux sacs à peu près parallèles : l'un qui est le *sac branchial primitif*, l'autre le *sac stomacal primitif*. Le premier de ces deux sacs s'étrangle progressivement dans la suite pour produire le *sac branchial* de l'individu dorsal et celui de l'individu ventral, qui restent longtemps reliés l'un à l'autre par un canal étroit.

([1]) Laboratoire de l'Hôpital général de Montpellier.

([2]) Salensky, *Mittheilungen zool. Stat. Neapel*, t. XI; 1894.

Le *sac stomacal primitif* s'étrangle de son côté en deux autres qui deviennent respectivement l'estomac de l'individu dorsal et celui de l'individu ventral.

» Chaque individu se constitue par la soudure ultérieure de ses trois tronçons primitifs, branchie, estomac et intestin terminal. Les deux estomacs restent longtemps reliés l'un à l'autre par un canal étroit qui n'est même pas complètement disparu au moment de l'éclosion.

» Ces résultats confirment ceux de Salensky sur la formation de la cavité branchio-intestinale.

» Il me reste à signaler, à propos de cette cavité, un diverticule qu'elle envoie dans la profondeur du vitellus jusqu'à l'origine de la chorde dorsale, sous laquelle il se termine. Ce diverticule ne disparaît que très tard et forme encore un petit cordon cellulaire étroit chez la larve prête à éclore. Son apparition est bien plus précoce que Salenky ne l'a dit, et il ne représente pas un diverticule secondaire du sac stomacal primitif, mais bien une portion de la cavité entérique primordiale ; il possède, par suite, une grande importance phylogénétique, et je le considère comme un reste du tube digestif de la forme ascidienne primitive, chez laquelle ce tube aurait eu une forme allongée, parallèle à la chorde, que la fixation a, dans la suite, profondément modifiée.

» II. Chaque sac branchial envoie *deux tubes épicardiques* qui s'étendent le long de l'estomac et se comportent comme chez les Ascidiozoïdes des colonies plus âgées, pour engendrer le *péricarde* et le *cœur ;* leurs deux extrémités libres se soudent et forment une sorte d'U dont la portion médiane s'isole pour donner le *sac péricardique,* lequel s'invagine pour engendrer à son tour la *cavité cardiaque.*

» Les stades où ces processus sont visibles ont échappé à Salensky, d'après lequel le cœur se constituerait aux dépens d'un amas de cellules mésenchymateuses et ne présenterait jamais de relations avec les tubes épicardiques.

» III. Tandis que chez certaines Ascidies composées, telles que les *Botryllidés* et les *Pyrosomes,* l'oozoïde n'a qu'une existence éphémère ou n'arrive même pas à se constituer complètement par suite d'une extrême accélération dans le développement des bourgeons ; l'oozoïde des Diplosomidés ne fait que perdre certains organes larvaires (organes sensoriels et chorde) et persiste, avec l'individu qui l'accompagne, pour prendre part à la formation de la nouvelle colonie ; je m'en suis assuré sur des larves que j'ai réussi à faire vivre une dizaine de jours fixées sur des lames de verre.

» De plus, les rudiments d'un nouvel Ascidiozoïde s'ébauchent *sur chacun des individus de la larve double* bien longtemps avant l'éclosion, et par les processus ordinaires du bourgeonnement que nous ont fait connaître Ganin, Della Valle, Jourdain et Caullery. Ces rudiments consistent, au moment où les premières fentes branchiales apparaissent chez les Ascidiozoïdes larvaires, en deux parties, savoir :

» 1° Un diverticule pyriforme, à parois épaisses, qui s'est détaché des tubes épicardiques, soudés préalablement l'un à l'autre par leurs extrémités, et qui, au moment que nous considérons, est encore adjacent à la fente du cœur, issu de ces mêmes tubes épicardiques.

» Il donnera la branchie et l'œsophage.

» 2° Un autre diverticule voisin du précédent et renflé comme lui est envoyé par

l'œsophage du parent avec lequel il est encore en communication; il représente l'ébauche du bourgeon abdominal (estomac, intestin et glande intestinale) [1]. La troisième partie du jeune Ascidiozoïde, c'est-à-dire l'ébauche du rectum, ne paraît pas encore à ce moment.

» Ces résultats, qui montrent que les deux individus larvaires bourgeonnent par les mêmes processus que ceux d'une colonie plus âgée, ne me permettent pas d'accepter sur ce point ceux de Salensky, qui prétend que chaque nouvel Ascidiozoïde consiste seulement *en un diverticule œsophagien* s'élargissant en deux grands sacs aveugles et inégaux, qui représentent les rudiments de tout le nouvel appareil branchio-intestinal.

» Les faits qui précèdent ont une grande importance pour déterminer la signification de cette singulière larve des Diplosomidés. On ne peut le faire sans tenir compte de ce que les deux individus sont également développés au moment de l'éclosion, qu'ils persistent tous les deux pour former la nouvelle colonie et qu'ils bourgeonnent tous les deux, par des processus identiques, tandis que ces deux premiers individus paraissent résulter plutôt d'une bipartition de la cavité entérique primitive. A ces éléments de discussion, il faut ajouter aussi l'origine du système nerveux de l'individu ventral, qui, d'après Salensky, serait un prolongement de celui de l'oozoïde.

» Je continue mes recherches pour étudier ce dernier point, qui est indispensable pour l'interprétation précise de la larve double. »

ZOOLOGIE. — *Sur le clivage de la cuticule, en tant que processus temporaire ou permanent.* Note du P. **Pautel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La cuticule des Arthropodes est toujours décomposable en une zone externe, constituée de strates anciennes, où l'activité physiologique décroît successivement de dedans en dehors, et une zone interne jeune, pleinement active, zone de transition dont les caractères passent d'un côté à ceux des formations chitineuses et de l'autre à ceux du protoplasme. La première ne paraît point susceptible d'un changement quelconque de direction dans l'activité dont elle est encore le siège. Par contre, la zone interne peut, à un moment donné, manifester une activité néoformatrice plus ou moins caractérisée et produire des accidents ou annexes tout différents de

[1] Ce sont ces ébauches que j'ai signalées dans une Communication déjà ancienne (*Comptes rendus*, janvier 1891) chez l'individu ventral de la larve, mais j'avais négligé d'étudier l'oozoïde lui-même à ce point de vue.

ceux qui ornaient la vieille cuticule. Alors éclate entre les deux zones une rupture que nous étudions sommairement dans cette Note sous le nom de *clivage de la cuticule*.

» I. L'existence de ce clivage, en tant que processus temporaire, périodiquement généralisé sur le tégument tout entier aussi bien que sur le système trachéen, est mise hors de doute par le phénomène bien connu de la mue ou *ecdyse*. Comment se produit-il?

» D'après nos observations sur la larve de *Thrixion* nous croyons pouvoir y distinguer deux périodes : l'une lente, préparatoire, durant laquelle il se développe, par un procédé difficile à préciser, au-dessous de la cuticule ancienne, une couche d'épaisseur uniforme, hyaline, semi-liquide, mais adhérente toutefois et probablement non dépourvue de toute structure; l'autre rapide, n'intervenant qu'au moment même de la mue, pour le décollement de la dépouille. Ce qu'on peut dire, en général, de la période préparatoire, c'est qu'à un moment donné, lorsque doit s'organiser la cuticule de remplacement, le siège du travail cuticulogène se transporte plus profondément : la nouvelle couche cuticulaire ne se formant pas immédiatement au-dessous des anciennes mais à une certaine distance, tandis que la couche protoplasmatique interposée aux deux feuillets ainsi séparés devient brillante, molle et homogène, comme si les trabécules du réticulum s'y résorbaient progressivement. Cette couche constitue une sorte de magma de remplissage dans lequel la cuticule nouvelle peut librement développer des tubercules ou des piquants, la cuticule ancienne étant simplement jetée à la manière d'un pont sur les parties saillantes.

» A l'égard de la période rapide, nous possédons des données plus catégoriques, ayant pu la suivre en entier sur la larve au deuxième stade.

» Rappelons d'abord qu'aux époques très voisines de la mue les cellules hypodermiques sont turgescentes, hautes, mais peu étalées parallèlement à la surface générale du corps, par suite de la faible extensibilité de la vieille cuticule. Les préliminaires de la mue elle-même consistent dans la production de vacuoles qui se montrent subitement çà et là dans la couche hyaline, grandissent presque à vue d'œil, à mesure qu'elles reçoivent de l'hypoderme, à travers la cuticule jeune et encore perméable, l'excès de liquide enchylémateux dont il était gorgé, et s'étalent bientôt sous la forme d'une fissure tangentielle qui se propage jusqu'à la rencontre des fissures voisines. Le décollement se généralise avec rapidité partout où le système cuticulaire ne repose que sur les cellules hypodermiques. Au niveau des insertions musculaires, l'adhérence est plus grande, mais ces points d'attache

finissent par céder au même mécanisme et la larve n'a plus, pour se libérer, qu'à faire éclater sa dépouille. Le décollement de la vieille cuticule, préparé lentement, à la fin de chaque stade larvaire, par la formation d'une couche molle intercuticulaire, est donc réalisé hydrauliquement par la pression d'un liquide particulier, sécrété en temps opportun par les cellules hypodermiques.

» Cette conclusion diffère de celle que Verson et Bisson ([1]) ont adoptée dans leurs études sur le Ver à soie. Ces observateurs attribuent comme nous le décollement à l'infiltration d'un liquide sécrété, mais la sécrétion est reportée par eux sur des cellules spéciales, localisées métamériquement, qu'ils appellent *cellules hypostigmatiques*. Nous devons faire observer que les cellules dont il s'agit ne sont probablement que les *onocytes* ([2]); dès lors elles ne sauraient se trouver partout où se montrent la sécrétion et le clivage; elles n'existent pas, entre autres, dans l'organe antenniforme, où nous avons à signaler un clivage très net, ni sur les trachées, où la mue cuticulaire ne comporte pourtant pas un autre mécanisme que sur le tégument.

» II. Ce qui se produit temporairement à fin de chaque stade, pour l'ensemble du revêtement cuticulaire, se produit, durant toute la durée d'un même stade, dans l'armature chitineuse de l'organe antenniforme.

» Chez une très jeune larve de *Thrixion* au deuxième stade, immédiatement après la première mue, l'organe antenniforme se montre comme un lobe obtus, coiffé d'une cupule évasée, dont la coupe optique est un rebord hyalin en forme de croissant à cornes très prolongées sur les côtés du lobe et toujours incomparablement plus épais que la cuticule générale. Ce rebord est anhiste, traversé çà et là par des bâtonnets sensoriels qui émergent du massif neuro-hypodermique sous-jacent et viennent se terminer au-dessous de petites élevures externes, très semblables à celles signalées chez d'autres larves de Brachycères. Cependant, plusieurs circonstances nous renseignent sur la véritable nature de cette formation.

» Pour diverses larves de même âge et normales, l'ourlet est tantôt très large, tantôt très étroit, et pour une même larve maintenue quelques heures en observation, sa largeur augmente ou diminue, probablement

([1]) E. Verson et E. Bisson, *Cellule glandulari ipostigmatiche nel Bombyx Mori*, in *Publicaz. d. R. Stazzione bacologica di Padova*, 1891.

([2]) V. Graber, *Ueber die embryonale Anlage der Blut-und Fettgewehes der Insekten*, in *Biol. Centralblatt*, 1891.

au gré de l'animal ; d'où il faut conclure qu'il existe là, interposée entre deux feuillets cuticulaires dont elle se distingue à peine optiquement, une couche de liquide tour à tour sécrétée ou réabsorbée par les cellules hypodermiques et dans laquelle baignent librement les bâtonnets sensoriels destinés à recueillir les ébranlements qu'elle leur transmettra. Cette interprétation est confirmée par ce fait que lorsque la petite larve meurt, le plasma jaune du sang filtre à travers les cellules hypodermiques et colore le rebord hyalin, tandis que la cuticule générale reste parfaitement incolore. Inutile d'ajouter que ce clivage spécial ne reconnaît pas, au fond, une autre cause que la mue; la seule différence réside en ce qu'il s'agit ici d'un phénomène localisé et persistant, comme il convenait à une disposition sensorielle.

» Au cours du deuxième stade, la forme de l'organe se modifie, et durant sa dernière période, le feuillet cuticulaire interne subit un nouveau clivage, en sorte qu'il existe à cette époque trois feuillets cuticulaires distincts, séparés par deux poches à liquide : l'un externe qui sera exuvié, les deux autres internes qui formeront la nouvelle armature de l'organe et resteront jusqu'à la nymphose. Cette armature est fort différente de celle décrite au stade précédent. Le clivage s'étend sur une surface discontinue, limitée extérieurement par un contour ovalaire et intérieurement par deux cercles, correspondant aux extrémités des bulbes sensoriels, qui se touchent entre eux sans toucher ce contour, et tandis que le feuillet externe reste en place, le feuillet interne s'invagine très profondément autour des bulbes et se chitinise pour leur former une gaine protectrice individuelle. Il se constitue par là une structure assez inattendue et compliquée, difficile à interpréter sans les données fournies par le stade précédent. Aussi pensons-nous qu'elle est mal traduite dans les figures qui ont été publiées de l'organe antenniforme des Brachycères. »

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Essai de culture du* Tricholoma nudum. Note de MM. **J. Costantin** et **L. Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication à la Société de Biologie ([1]), nous avons déjà fait connaître la germination des spores du *Tricholoma nudum*, et

([1]) Costantin et Matruchot, *Sur la production du mycélium des Champignons supérieurs* (*Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 11 janvier 1896).

donné très succinctement les caractères du mycélium obtenu. Nous revenons aujourd'hui sur cette question pour compléter les notions acquises sur le développement du mycélium, et pour faire connaître le développement, récemment obtenu par nous, des *fructifications complètes* de ce Champignon basidiomycète.

» I. *Mycélium*. — La spore de *Tricholoma nudum* germe assez rapidement et donne un mycélium qui, cultivé sur divers milieux, prend des caractères extérieurs variant avec la nature du substratum.

» Sur des substratums compacts, comme une tranche de pomme de terre stérilisée, par exemple, le développement est lent et peu abondant. Le mycélium, couché en forme de gazon aplati à la surface du milieu nutritif, présente d'ailleurs très nettement la nuance lilas pâle si caractéristique de cette espèce.

» Sur des feuilles mortes de diverses sortes d'arbres (hêtre, peuplier, etc.), le mycélium pousse aussi assez lentement; mais il prend un aspect plus florissant, et forme des touffes épaisses, d'abord hémisphériques, qui, à la longue, au bout de trois mois environ à une température moyenne de 15°, ont totalement envahi les tubes de culture.

» Il semble toutefois que ce soit sur les milieux de consistance terreuse que le développement du mycélium se fasse le plus régulièrement et le plus abondamment. Dans ce cas, à une température de 25° environ, il suffit de trois semaines pour que les tubes de culture soient entièrement envahis par le mycélium.

» La nuance du mycélium n'est pas toujours violacée. Souvent elle est d'un blanc très pur : il en est ainsi, par exemple, dans les cordons que forme le mycélium en s'agrégeant. Ces cordons n'ont d'ailleurs ni la longueur, ni souvent la netteté de contour des cordons du Champignon de couche.

» Sur ce mycélium nous avons observé des boucles d'anastomose assez rares, mais particulièrement développées, atteignant parfois en diamètre la dimension même du filament qui les porte. Ajoutons enfin que jamais nos cultures ne nous ont présenté de formes conidiennes.

» II. *Développement des fructifications complètes*. — Jusqu'ici on n'a pu obtenir le développement normal et complet, par une méthode certaine ([1]), d'aucune espèce de *Tricholoma*. M. Brefeld ([2]) a fait germer les spores de

([1]) M. Huyot, il est vrai, a récolté un certain nombre de fructifications de *Tricholoma nudum* en transportant dans une cave le sol même sur lequel étaient attachés des filaments de cette espèce. D'ailleurs, cette pratique, qui consiste à transplanter le substratum, a déjà été employée par certains gardes forestiers pour installer des mousseronnières. M. Boudier a obtenu, en 1870, de la même façon, un développement du mycélium de *Cantharellus cibarius;* mais l'expérience a été interrompue par la guerre. Ces essais isolés n'ont pas été repris, à notre connaissance, et ne nous semblent pas constituer de véritables méthodes de culture.

([2]) Brefeld, *Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie*, t. VIII, p. 54.

Tricholoma sordidum, mais le mycélium obtenu est toujours resté stérile. M. Voglino ([1]), pour le *T. terreum*, est allé plus loin : il a fait germer les spores, étudié le mycélium, vu se former les sclérotes et une forme conidienne, et enfin obtenu des chapeaux rudimentaires; mais ceux-ci sont toujours restés à l'état d'ébauches, atteignant à peine 2^{mm} de hauteur.

» Pour le *Tricholoma nudum*, au point de vue de l'appareil basidiosporé, nous avons obtenu des résultats plus complets.

» Nous avons cultivé le mycélium en serre, soit dans des pots à fleurs recouvert d'une cloche, soit dans des meules découvertes. Dans l'un et l'autre cas, un mycélium abondant vient s'effleurir à la surface, parfois en touffes épaisses et floconneuses, parfois en couches denses et crustacées ([2]), et, un à deux mois après l'introduction des mises, se développent les chapeaux fructifères.

» Dans les cultures en pots, les fructifications sont très nombreuses, leur nombre dépassant une centaine pour un seul pot de culture; mais ces fructifications restent le plus souvent à l'état d'ébauches. Nous avons obtenu dans le nombre, il est vrai, des chapeaux portant des lames et des basides, mais les plus grands ne dépassaient pas 15^{mm} de diamètre, avec un long pied de $0^{m},03$ de hauteur. En somme, la plupart des fructifications obtenues dans ces conditions sont comme atrophiées. Elles présentent toutefois les couleurs si caractéristiques des individus de *Tricholoma nudum* qu'on trouve dans la nature : les unes sont entièrement lilas pâle, d'autres entièrement lilas foncé, d'autres enfin présentent deux nuances différentes, le pied étant lilas et le chapeau brun foncé. Chez toutes, le pied, d'abord renflé à la base, s'allonge en s'amincissant vers le haut; puis elles se flétrissent et prennent toutes une teinte uniforme ocracée. Il est à noter enfin que certaines fructifications se forment (comme c'est aussi le cas pour le Champignon de couche) hors du substratum, ici sur les parois mêmes des pots de culture.

» Dans les cultures en meule, le développement des chapeaux fructifères est plus complet et plus normal. Le premier chapeau que nous venons d'obtenir dans ces conditions nous a paru être très comparable, comme aspect et comme dimensions, à un *Tricholoma nudum* naturel. Ce chapeau, charnu et brun, porte des lames bien développées, et le pied, trapu, renflé à la base, est d'une belle couleur lilas. Bien qu'encore très jeune, cet échantillon présente les dimensions suivantes : diamètre du chapeau, 4^{cm}; diamètre du pied, à la base, 3^{cm}, en haut, $1^{cm},5$; hauteur du pied, $3^{cm},5$. Ce sont là, on le voit, les dimensions presque normales de l'espèce considérée.

» Il résulte de ce qui précède que nous avons réussi à cultiver le *Tricholoma nudum*. Ce résultat offre un certain intérêt théorique, car il ajoute

---

([1]) Voglino, *Morfologia e sviluppo di un fungo agaricino* (*Tricholoma terreum* Schaeffer) [*Nuovo Giornale botanico italiano* (Nuova serie), Vol. II, p. 272; 1895].

([2]) Nous n'avons pas jusqu'ici observé de sclérotes analogues à ceux du *T. terreum*.

une espèce et même un genre de plus à la très courte liste des Basidiomycètes qu'on sait cultiver. Il offre aussi un réel intérêt agricole, car le Champignon dont il s'agit est une espèce comestible très estimée. Nous allons poursuivre nos recherches pour essayer de rendre pratique cette culture.

» Il est d'ailleurs à remarquer qu'au point de vue utilitaire le *Tricholoma nudum* présente sur le Champignon de couche divers avantages. En premier lieu, c'est une espèce d'aspect très caractéristique, qu'on ne saurait confondre avec aucune autre, et pour laquelle l'inspection de la vente, aux Halles et sur les marchés publics, serait des plus faciles [1]. En second lieu, et c'est là un point important, ce Champignon est une espèce d'hiver, très rustique, se développant et fructifiant même au froid [2]. Sa culture pourrait donc, sans doute, se faire *en plein air,* presque à toute saison de l'année, tandis que le Champignon de couche exige, comme l'on sait, des conditions de température souvent difficiles à réaliser au dehors. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action des différents sels sur la structure des plantes*. Note de M. **Charles Dassonville**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai étudié l'action de divers sels minéraux sur le développement et la structure de différentes espèces végétales (Ricin, Chanvre, Maïs, Blé, Avoine, Tomate, Pomme de terre, Lupin, Fève, Courge, Ipomée, Pin, Sarrasin, etc.).

» Les principaux résultats que j'ai obtenus peuvent être résumés ainsi :

» Le *sulfate de magnésie* retarde la croissance au début de la végétation ; plus tard, il l'active et se montre indispensable aux besoins de la plante. Son effet avantageux varie avec la dose de sel employé, qui passe par un optimum. Ce sel nuit au développement des faisceaux primaires de la racine, ce qui paraît être la cause du retard que la végétation subit au début. Plus tard, il active le développement des formations secondaires et celui des racines adventives qui, dès lors, suppléent à l'insuffisance des vaisseaux primaires et modifient l'allure de la végétation. Il favorise aussi la différenciation des fibres péricycliques et des faisceaux libéro-ligneux de la tige.

---

(1) Le *Tricholoma nudum* est vendu, sous le nom de *Petit-pied-bleu*, sur divers marchés provinciaux (Poitiers, etc.). A Paris, on n'autorise la vente que de cinq espèces seulement : Champignon de couche, Chanterelle, Cèpe, Morille et Truffe.

(2) Nous avons récolté des fructifications de cette espèce dans une partie légèrement abritée d'un jardin, en plein mois de janvier.

» Le *phosphate de potasse* est en tout temps indispensable. Quand le milieu en est totalement dépourvu, les racines restent atrophiées et prennent une forme spéciale, caractéristique. Il active très fortement la différenciation : ainsi, par exemple, il sclérifie le péricycle de l'axe hypocotylé du Lupin et lignifie très fortement la base de la tige du Blé.

» Le *silicate de potasse* donne aux feuilles une couleur vert foncé et un brillant très particulier. Son action sur la structure porte exclusivement sur le sommet de la tige et sur la feuille. Elle se traduit : dans le premier cas, par une lignification très intense des éléments de la périphérie ; dans le second, par la formation de bandes lignifiées qui relient les nervures de la feuille à l'épiderme.

» Les *nitrates* ont une action très différente selon les espèces, suivant l'époque de la végétation et suivant les doses auxquelles ils sont employés. Quelle que soit leur base, ils donnent aux feuilles une teinte verte spéciale qu'il convient d'attribuer à l'influence de l'acide azotique.

» La *potasse* favorise la croissance et augmente la quantité d'eau contenue dans la plante ; mais elle retarde la différenciation des éléments de soutien. Ce retard peut nuire à la rigidité de la plante et l'exposer à se ployer sous l'influence du vent.

» La *soude* favorise moins la croissance que la potasse ; elle hâte la lignification de la base de la tige des Graminées et cutinise l'épiderme. Par suite, elle augmente la rigidité de la plante.

» L'ensemble de ces résultats montre que la *structure des plantes varie beaucoup suivant la composition chimique du milieu* dans lequel elles vivent. On pressent donc que l'anatomie des végétaux de la flore naturelle peut être très différente pour une même espèce, même dans des contrées très rapprochées, puisque le sol dans lequel croissent ces végétaux peut renfermer beaucoup de chaux, de silice, de magnésie, de potasse, etc., ou être, au contraire, très pauvre en ces éléments.

» D'une façon générale, on peut dire que *les solutions minérales qui se montrent les plus favorables au développement de la plante sont aussi celles qui provoquent en elle une plus grande différenciation.*

» Cette conclusion pourrait paraître en contradiction avec ce que nous avons annoncé dans de précédentes Communications. Nous avons montré, en effet, que lorsque l'on compare des plantes en voie de croissance et de même âge, cultivées les unes dans l'eau distillée, les autres dans la solution de Knop, on constate que la cutinisation, la sclérification, la lignification sont plus accentuées dans le premier cas que dans le second.

» Cette contradiction n'est qu'apparente. Si, en effet, on poursuit l'étude du développement, on voit que, dans l'eau distillée, on a affaire à des plantes qui différencient rapidement leurs éléments dans une structure plus simple que celle des plantes vivant dans un milieu salin.

» Dans la solution nutritive, au contraire, la structure ne reste pas au degré de simplicité qu'elle a dans l'eau distillée; elle se complique parce que le protoplasma utilise les matériaux de la solution saline pour s'accroître et produire de nouveaux éléments qui restent plus longtemps jeunes en conservant leurs parois minces. Ce n'est que très tard qu'ils se différencient; mais alors, le degré de différenciation peut être aussi grand et même plus grand que dans l'eau distillée.

» Enfin, lorsque le milieu est très favorable au développement de la plante, on voit apparaître de bonne heure certaines différenciations; mais ce sont des différenciations spéciales, qui se localisent dans des tissus particuliers, destinés à jouer un rôle déterminé. Ce sont, par exemple, les fibres péricycliques qui deviennent abondantes, les faisceaux libéroligneux qui prennent une grande importance. A côté de ces différenciations, l'assise génératrice conserve très longtemps la propriété de se diviser.

» Par suite, dans des recherches du genre de celles dont nous nous occupons, il faut éviter de confondre deux faits semblables en apparence, mais fort différents en réalité : d'une part, une sclérose générale qui immobilise la plante dans une structure simple et constitue un véritable arrêt de développement; d'autre part, une sclérose localisée qui augmente la différenciation des tissus et qui est l'indice d'un perfectionnement organique de l'être vivant. »

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau type générique des Schizomycètes, le* Chatinella. Note de M. E. **Roze**.

« Il s'agit ici d'un Champignon saprophyte qui vit dans les tissus mortifiés des végétaux, et dont j'ai déjà constaté la présence dans les débris de paille de fumier et de crottin, dans le parenchyme pâteux des Pommes de terre tuées par le *Phytophtora* et dans le tissu foliaire de Tulipes ramolli après mortification par le *Pseudocommis*.

» Ce Saprophyte se présente d'abord sous la forme de sphérules plasmatiques nues, dont le diamètre peut varier de 12^{μ} à 27^{μ}, en raison du milieu nutritif plus ou moins favorable : le plasma qui les constitue est incolore, granuleux, assez rarement vacuolaire, restant fixe et immobile. Ces sphérules nues se montrent ensuite comme ayant très légèrement augmenté de volume et présentent alors une sorte de ligne équatoriale due, non à une membrane de séparation, mais à la seule condensation rétractive du plasma, qui se divise ainsi en deux moitiés égales, lesquelles se détachent peu à peu l'une de l'autre pour former deux sphérules-filles. Cette propagation par scissiparité

est la seule que j'aie pu constater. Les sphérules nues s'entourent ensuite d'une membrane enveloppante [1] qui n'a pas, au début, 1^{μ} d'épaisseur, mais qui, plus tard, peut être épaisse d'environ 3^{μ}. Dès lors, le plasma interne paraît se contracter légèrement et se trouve libre et séparé de la sphère à peine réfringente qui l'enveloppe. Il arrive même que le plasma interne s'entoure successivement d'autres membranes, car j'ai observé des cas où ce plasma se trouvait enfermé dans deux et même trois sphères concentriques.

» La reprise de la période végétative s'effectue par la dissolution de ces sphères enveloppantes, et cela m'a paru coïncider avec une bipartition du plasma interne, que j'ai vu libre alors dans l'enveloppe protectrice à demi dissoute sous la forme de deux sphérules nues.

» Ces sphères enveloppantes ne m'ont pas semblé être constituées par de la cellulose, car elles résistent à l'action du chloro-iodure de zinc qui colore seulement en brun rougeâtre le plasma interne. Elles subissent, en somme, la même réaction que des spores de Mucédinées avec lesquelles je les comparais.

» Ce Champignon saprophyte n'a pas été encore signalé. Je suis heureux de pouvoir le dédier à mon vénéré Maître M. Ad. Chatin. Je le désignerai donc sous le nom *Chatinella scissipara*, pour rappeler en même temps son mode unique et spécial de propagation.

» La fixité et l'immobilité de son plasma, ainsi que l'absence de tout mycélium, mais surtout cette division par scissiparité, me portent à croire qu'il s'agit d'un type primordial, d'organisation des plus simples, auquel on peut assigner une place à part parmi les Schizomycètes. »

M. **Darget** adresse une Note relative à diverses reproductions photographiques.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

---

(1) Leur plasma est généralement sphérique; mais il se présente parfois aussi sous une forme ovoïde et, dans ce cas, la membrane enveloppante a cette même forme.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mars 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Mars 1898. Tome XIII. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Février 1898. Paris, 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 12. Décembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Les Annélides des côtes de France (Manche et Océan), par M. le baron de Saint-Joseph. Paris, Masson et Cie, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Sur l'ellipsoïde de Jacobi, par le Dr S. Kruger, S. I. 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Wolf.)

La Photographie et l'étude des nuages, par Jacques Boyer. Paris, Ch. Mendel, 1898; 1 vol. in-12.

Dérivation des sources de la Vigne et de Verneuil. Profil géologique de l'aqueduc, coupes géologiques de l'aqueduc, dressés par G. Ramond. Mars 1897, 2 Atlas in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Lectures on Physiology. First series on animal electricity, by Augustus D. Waller M. D. F. R. S. New York and Bombay, 1897; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Viabilidad legal y la Fisiologica, por el Doctor D. Antonio de Gordon y de Acosta. Habana, 1897; 1 broch. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mars 1898.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome II. N° 2. Février 1898. Paris, Vicq-Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

L'Anatomie comparée des animaux basée sur l'Embryologie, par Louis Roule, professeur à l'Université de Toulouse. Paris, Masson et Cie, 1898; 2 vol. grand in-8°. (Présentés par M. Milne-Edwards.)

Guide-manuel du Patron-pêcheur, par Georges Roché, Eugène Cann et S. Mangon de la Lande. Paris, Aug. Challamel, 1898; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Journal de bord du Patron-pêcheur. Paris, Aug. Challamel, 1 broch. in-4°. (Présentée par M. Milne-Edwards.)

Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1891-1893, unter Leitung von Erich von Drygalski. Berlin, W.-H. Kühl, 1897; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. Marcel Bertrand.)

L'Aérophile, revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent. Directeurs : Georges Besançon et Wilfrid de Fonvielle. 1897. Paris, 1897; 1 vol. grand in-8°.

Annuaire de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour l'année 1898, rédigé et publié par MM. Delalain, imprimeurs de l'Université. Paris, Delalain frères; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, Ire Partie : *Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur*. 1897, 4e trimestre. Paris, Vicq-Dunod et Cie; 1 vol. in-8°.

Lehrbuch der Algebra von Heinrich Weber, Professor der Mathematik an der Universität Strassburg. Braunschweig, 1898; 1 vol. in-8°.

An index to the transactions of the clinical Society of London. Vol. I-XXX. London, Longmans, Green and C^o, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 mars 1898.)

Note de M. *A. Chatin*, Du nombre et de la symétrie des faisceaux, etc. :

Page 700, lignes 30 et 36, *au lieu de* (1), *lisez* (2).
Page 701, lignes 5, 12 et 14, *au lieu de* (1), *lisez* (3).
Même page, ligne 26, *au lieu de* Irisine latior, *lisez* Iresine elatior.
Même page, ligne 27, *au lieu de* (1), *lisez* (3).
Page 702, ligne 2, *au lieu de* (2), *lisez* (*a*).
Même page, ligne 6, *au lieu de* (1), *lisez* (3).
Même page, lignes 32 et 33, *supprimez* les deux premiers renvois.
Page 703, ligne 17, *au lieu de* Corollyflores, *lisez* Corolliflores.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Solutions algébriques de diverses questions concernant les équations indéterminées du second degré à trois termes.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« L'emploi absolu des notations algébriques dans les questions de cette nature, *lorsqu'il y est possible* (ce qui est assez rare), a l'avantage de conduire à des solutions et à des formules générales, qui dispensent de recommencer toute une série laborieuse de calculs, chaque fois que viennent à changer les données numériques d'un problème concernant l'infinité des nombres d'une même famille. J'en ai donné, il y a quelques années, un exemple s'appliquant au procédé de Lagrange pour le développement en fraction continue de la racine carrée d'un nombre entier [1],

(1) *Comptes rendus*, séance du 26 mars 1883 et suivantes.

sujet qui, au fond, a des liens intimes avec le sujet de la présente Communication. Je vais de nouveau m'en servir pour résoudre, avec la même généralité, divers problèmes concernant certaines équations indéterminées du second degré à trois termes.

» Théorème I. — *L'équation* $(a^2-4)x^2-4y^2=1$ *(ou* -1*) n'est pas résoluble en nombres entiers, sauf le cas de* $a=3$.

» Les indications fournies *a priori* par les congruences sont insuffisantes pour trancher la question ; il faut donc recourir à une autre méthode. J'ai choisi celle qui est indiquée (au point de vue numérique) dans le n° 205 des *Disquisitiones*. On y voit que, un nombre M étant donné (celui que Gauss désigne par N est nul dans le cas présent, où $M=1$), on doit s'assurer d'abord si la *forme* proposée $f=|(a^2-4), 0, -4|$ (dont le *déterminant* positif est $D=4a^2-16$) est, ou n'est pas *proprement équivalente* à la forme $\varphi=|\pm 1, 0, \mp(4a^2-16)|$; car si cette équivalence n'existe pas, ni l'une, ni l'autre des équations en x^2, y^2, qui s'y rapportent, n'est résoluble. Pour décider ce point, il faut (*Disq.*, n° 195) écrire la *période* de la forme f, d'après le procédé du n° 188 et dans les conditions requises par le n° 183, § 1er, et constater si l'une ou l'autre des deux formes φ fait partie, ou non, des formes *réduites contiguës* dont cette période se compose.

» Appliquant ce procédé au nombre indéterminé a^2-4, dont la valeur numérique dépend de celle qu'on attribuera à la lettre a, et remarquant que si l'équation proposée est résoluble, elle ne peut l'être que pour des valeurs impaires de a, on obtient aisément ces trois premiers termes de la période de f :

$$|a^2-4, 0, -4|-4, 2(a-1), 2a-5|2a-5, 2(a-4), -16|,$$

qui conviennent à toutes les valeurs de a, sauf $a=3$ et $a=5$, ainsi qu'on le verra ci-après.

» Arrivé à ce point, on rencontre une difficulté, née de l'apparition, dans le troisième terme de la troisième réduite, du terme numérique 16, sans aucune adjonction de l'indéterminée a. Pour la lever, il faut avoir égard à la *qualité* du nombre impair a, selon qu'il est de l'une des formes $4n-1$, ou $4n+1$. Ces deux cas veulent être examinés séparément.

» *Premier cas :* $a=4n-1$. — Pour déterminer la valeur z du terme moyen de la quatrième réduite, il faut poser

$$z+2(a-4)=16t,$$

car, d'après la règle du n° 183, la somme de ce terme z et du terme moyen

$2(a-4)$ de la réduite précédente doit être un certain multiple t du troisième terme 16 de celle-ci, ce terme étant pris en valeur absolue, sans égard à son signe. Si l'on y écrit $4n-1$ au lieu de a, l'équation ci-dessus devient

$$z = 16t - (8n-2) + 8$$

et l'on satisfait aux conditions requises, savoir que z soit positif et compris entre $\sqrt{D}$ et $\sqrt{D}-16$, dès que a est plus grand que 2, en prenant $t = n-1$, d'où l'on tire

$$z = 2(a-2)$$

et, pour le dernier terme de cette quatrième réduite,

$$\frac{D - \overline{2(a-2)}^2}{16} = a - 2.$$

La période se continue alors ainsi

$$|-16,\ 2(a-1),\ a-2\,|\,a-2,\ 2(a-2),\ -16\,|-16,\ 2(a-4),\ 2a-5\,|$$
$$|\,2a-5,\ 2(a-1),\ -4\,|-4,\ 0,\ a^2-4\,|.$$

» Elle commence donc à revenir sur ses pas après la quatrième réduite et se reproduit de nouveau, à la neuvième, en débutant par la forme initiale $|a^2-4,\ 0,\ -4|$, sans qu'aucune des deux formes $|\pm 1,\ 0,\ \mp(4a^2-4)|$ se soit présentée. On en conclut que la *représentation* du nombre $+1$, ou du nombre -1, par l'une ou l'autre des deux formes

$$|\pm(a^2-4),\ 0,\ \mp 4|$$

est impossible, et que l'équation en x^2 et y^2 l'est elle-même pour les valeurs impaires de a qui ont la forme $4n-1$.

» Toutefois, il y a exception pour $a=3$; car la deuxième réduite devenant alors $|-4,\ 4,\ 1|$, la troisième est $|1,\ 0,\ -20|$, où 20 est le déterminant D de la forme $|5,\ 0,\ -4|$. L'équation proposée est, dans ce cas particulier, $5x^2-4y^2=1$, du type $(a+1)x^2-ay^2=1$, toujours résoluble, comme je le montrerai ci-après.

» *Deuxième cas :* $a=4n+1$. — Les trois premières réduites de la période sont identiques à celles du premier cas; mais il n'en est pas de même des suivantes, ni comme nombre, ni comme valeur.

» Raisonnant comme plus haut, il faut, pour trouver le terme moyen z de la quatrième réduite, poser

$$z + 2(a-4) = 16t$$

et y remplacer, cette fois-ci, a par $4n+1$, ce qui donne

$$z = 16t - 8n + 6.$$

On satisfait à toutes les conditions requises en prenant *encore* $t = n - 1$, d'où l'on tire

$$z = 2(a-6),$$

et de là, pour le dernier terme de la quatrième réduite,

$$\frac{D - 2(a-6)^2}{-16} = 3a - 10.$$

La période se continue alors sans nouvel incident, avec deux réduites de plus que dans le premier cas, comme il suit

$$|-16,\ 2(a-6),\ 3a-10|\ 3a-10,\ a+2,\ -(a+2)|$$
$$|-(a+2),\ a+2,\ 3a-10|\ 3a-10,\ 2(a-6),\ -16|-16,\ 2(a-4),\ 2a-5|$$
$$|2a-5,\ 2(a-1),\ -4|-4,\ 0,\ a^2-4|$$

et elle recommence par la réduite initiale $|a^2-4,\ 0,\ -4|$, sans qu'on y ait rencontré l'une des formes $|\pm 1,\ 0,\ \mp(4a^2-16)|$. La conclusion est donc la même que dans le premier cas, pour ce qui concerne l'impossibilité de résoudre l'équation donnée du second degré.

» Il faut remarquer que la présence du terme $2(a-6)$, au centre de la quatrième réduite, indique que les formules ne conviennent qu'aux valeurs de $a > 6$, puisque le terme central d'une réduite ne peut jamais être nul, ni négatif. Ainsi le cas de $a = 5$ doit être considéré à part, ainsi que je l'ai annoncé plus haut; d'ailleurs, il ne fait pas exception à la conclusion, comme le prouve la période particulière qui lui convient.

» En résumé, le théorème ne comporte que l'unique exception de $a = 3$. C. Q. F. D.

» Théorème II. — *L'équation* $(a^2-1)x^2 - 4y^2 = \pm 1$ (*où* a *ne pourrait qu'être pair*) *n'est pas résoluble en nombres entiers.*

» Ce théorème, beaucoup plus simple que le précédent, et qui peut se démontrer par de simples considérations de congruences, mériterait à peine d'être mentionné ici, s'il ne fournissait pas, dès la deuxième réduite de la période, le sujet d'une remarque intéressante, dont le caractère est général. La période des réduites est

$$|a^2-1,\ 0,\ -4|-4,\ 2(a-1),\ 2(a-1)|\ 2(a-1),\ 2(a-1),\ -4|$$
$$|-4,\ 0,\ a^2-1\|a^2-1,\ 0,\ -4|\ldots$$

» La remarque dont il s'agit consiste dans l'égalité entre le terme moyen et le troisième terme de la deuxième réduite. La conséquence à en tirer, et qui serait la même si le terme moyen était un multiple du troisième, ou encore si les deux termes extrêmes étaient identiques, c'est que la troisième réduite sera l'associée ([1]) de la seconde, et ainsi de suite, en sorte qu'aucune des deux réduites $|\pm 1, 0, -D|$ ne peut plus se présenter dans la période, et qu'ainsi l'impossibilité de l'équation proposée se manifeste dès lors, sans qu'il soit besoin de pousser le calcul au delà de la réduite où se produit l'un quelconque de ces trois incidents.

» Passant à la solution de quelques équations quadratiques ayant pour second membre $+1$ ou -1, je commencerai par rappeler les formules du n° 205 des *Disquisitiones*, en les accommodant au cas où l'équation proposée n'a pas de terme en xy. Les valeurs générales de x et y sont alors

$$(1) \qquad x = \alpha t - \gamma C u, \qquad y = \gamma t + \alpha A u.$$

La forme donnée étant $|A, 0, -C|$ et $D = +AC$, α et γ sont respectivement le premier et le troisième des quatre *coefficients de substitution* α, β, γ, δ qui, à l'aide des binomes $x = \alpha x' + \beta y'$, $y = \gamma x' + \delta y'$, font passer de la forme $|A, 0, -C|$ à la forme $|\pm 1, 0, -D|$; t et u sont les racines qui satisfont indéfiniment à l'équation $t^2 - Du^2 = 1$, toujours résoluble ; leurs *moindres valeurs* t_1, u_1 (après $t=1$, $u=0$), d'où découlent, par des formules connues, leurs valeurs générales, sont (n° 198) égales à $\frac{1}{2}(\alpha_n + \delta_n)$ et $\frac{\gamma_n}{A}$, respectivement, α_n, γ_n et δ_n étant fournies par le Tableau des substitutions du n° 188 ; l'indice n est le numéro d'ordre de la $\overline{n+1}^{\text{ième}}$ réduite, en affectant l'indice 1 à la réduite f_1 qui suit immédiatement la forme initiale f.

» Ces préliminaires étant rappelés, j'aborde les problèmes ci-après, en commençant par le plus simple de tous et réservant pour lui les explications de détail, afin de moins compliquer l'écriture.

» Problème I. — *Résoudre algébriquement l'équation* $(a-1)x^2 - ay^2 = 1$ (*a étant un entier positif*).

» Il faut, d'après ce qui a été dit plus haut, établir (par l'algorithme du n° 188 des *Disq.*), le Tableau de la première période de la forme

---

[1] Gauss appelle réduites *associées* celles qui se composent des mêmes termes rangés dans un ordre inverse.

$|a + 1, 0, -a|$ et, en regard, celui des coefficients de transformation α, β, γ, δ. Le résultat est le suivant :

Réduites.		Valeurs de h.	Coefficients des substitutions α.	β.	γ.	δ.
$f = a + 1,$	$0,\ -a$	....	1	0	0	1
$f_1 = -a,$	$a,\ -1$	$h_1 = \frac{a+0}{-a} = -1$	0	-1	1	1
$f_2 = 1,$	$0,\ -(a^2+a)$	$h_2 = \frac{a+0}{1} = a$	-1	$-a$	-1	$-(a+1)$
....	....	....	....	....	....	....
$f_3 = -(a^2+a),$	$0,\ 1$	$h_3 = 0$	$-a$	1	$-(a+1)$	1
$f_4 = 1,$	$a,\ -a$	$h_4 = \frac{0+a}{1} = a$	1	$2a$	1	$2a+1$
$f_5 = -a,$	$0,\ a+1$	$h_5 = \frac{\alpha+0}{-a} = -a$	$2a$	$-(2a+1)$	$(2a+1)$	$-2(a+1)$
$f_6 = f = (a+1),$	$0,\ -a$	$h_6 = 0$	$-(2a+1)$	$-2a$	$-2(a+1)$	$-(2a+1)$
......						

» La période se compose de six termes, nombre *impairement* pair, et la forme $(1, 0, -D)$, qui occupe toujours le dernier rang de la première demi-période quand elle apparaît, s'y trouve au troisième rang impair, *donc avec son signe;* ce qui prouve que l'équation proposée est résoluble. Les coefficients transformateurs α, γ, qui occupent le même rang que cette forme, ayant ici les valeurs -1 et -1, les équations (1) deviennent, en y changeant tous les signes (ce qui est permis dans la question présente) :

$$(3) \qquad x = t + au, \qquad y = t + (a+1)u.$$

» Les coefficients α_6, δ_6 sont égaux entre eux; on a donc, pour les moindres valeurs t_1, u_1 des racines de l'équation $t^2 - (a^2+a)u^2 = 1$, les deux nombres

$$t_1 = -\frac{1}{2}(\alpha_6 + \delta_6) = 2a + 1, \qquad u_1 = \frac{\gamma_6}{\Delta} = \frac{2(a+1)}{a+1} = 2,$$

et, par suite, les moindres valeurs a_1, y_1 de l'équation proposée sont

$$x_1 = 4a + 1, \qquad y_1 = 4a + 3.$$

» Problème II. — *Résoudre l'équation* $(ma^2+1)x^2 - my^2 = 1$, dont le déterminant $D = m^2a^2 + m$.

» En opérant de la même façon que pour le problème précédent, on

trouve que la forme (1, 0, — D) se présente au troisième rang de la période des réduites contiguës, composée de six formes; l'équation est donc résoluble. Les valeurs de α et γ, dans la troisième substitution, étant $\alpha = -1, \gamma = -a$, les formules (1) deviennent

$$x = t + mau, \qquad y = at + (ma^2 + 1)u.$$

Les coefficients α, δ, γ de la septième substitution donnent

$$t_1 = 2ma^2 + 1, \qquad u_1 = 2a,$$

d'où l'on conclut que les moindres valeurs de x et y sont

$$x_1 = 4ma^2 + 1, \qquad y_1 = 4ma^3 + 3a.$$

» Problème III. — *Résoudre l'équation* $(ma^2 - 1)x^2 - my^2 = -1$, où $D = m^2a^2 - m$.

» Dans ce cas, la période des réduites contiguës est la suivante :

$$|ma^2 - 1, \quad 0, \quad -m|, \quad |-m, \ m(a-1), \ 2am - m - 1|,$$
$$|2am - m - 1, \quad am - 1, \quad -1|, \quad |-1, \ 0, \ m^2a^2 - m|,$$
$$|(m^2a^2 - m), \quad 0, \quad -1|, \quad |-1, \quad ma - 1, \quad 2am - m - 1|,$$
$$|2am - m - 1, \ m(a-1), \ -m|, \quad |-m, \ 0, \ ma^2 - 1|,$$

et la seconde période recommence par la réduite $[m(a^2 - 1), \ 0, \ -m]$.

» Ici, ce n'est plus la réduite $(1, \ 0, \ -m^2a^2 - m)$ qui apparaît dans le cours de la période, mais son associée $(-1, \ 0, \ m^2a^2 - m)$, et celle-ci apparaît au quatrième rang de la période qui se compose de huit réduites, nombre *pairement* pair. Il s'ensuit que la valeur du second terme de l'équation proposée ne peut être $+1$, mais est -1, comme le dit l'énoncé du problème. Les calculs, conduits comme précédemment, donnent les résultats suivants :

$$t_1 = 2ma^2 - 1, \qquad u_1 = 2a,$$
$$x_1 = 4ma^2 - 1, \qquad y_1 = 4ma^3 - 3a,$$

c'est-à-dire *les mêmes que ci-dessus*, sauf le changement de signe du second terme dans les membres qui en ont deux.

» Problème IV. — *Résoudre l'équation*

$$(ma^2 + 4)x^2 - my^2 = 1 \qquad (D = m^2a^2 + 4m;\ a \text{ et } m \text{ impairs}).$$

» Dans ce cas, la période se compose de quatorze formes contiguës, et la réduite (1, 0, — D) s'y présente au septième rang impair; ce qui prouve

que l'équation est résoluble. Les valeurs des coefficients α_7, γ_7 de la septième substitution sont, d'après des calculs analogues aux précédents,

$$\alpha = \frac{ma^2+1}{2}, \qquad \gamma = \tfrac{1}{2}[a(ma^2+3)];$$

les formules (1) deviennent

$$x = \tfrac{1}{2}[(ma^2+1)t + ma(ma^2+3)u],$$
$$y = \tfrac{1}{2}[a(ma^2+3)t + (ma^2+1)(ma^2+4)u].$$

Les coefficients α_{14}, δ_{14} sont égaux entre eux et donnent

$$t_1 = \tfrac{1}{2}[ma^2(m^2a^4 + 6ma^2 + 9) + 2],$$

et le terme $\frac{\gamma_{14}}{A} = u_1 = \frac{1}{2}(m^2a^5 + 4ma^3 + 3a)$; d'où l'on déduit

$$x_1 = \tfrac{1}{2}[m^2a^4(m^2a^4 + 7ma^2 + 15) + 10ma^2 + 1]$$

et

$$y_1 = \tfrac{1}{2}[m^2a^4(m^2a^3 + 9ma^3 + 27a) + 30ma^3 + 9a].$$

Un calcul, que j'omets ici et qui n'a de pénible que sa longueur, vérifie que ces valeurs de x_1 et y_1 satisfont identiquement à la proposée.

» Problème V. — *Résoudre l'équation*

$$(ma^2 - 4)x^2 - my^2 = -1 \qquad (m \text{ et } a \text{ impairs}; \ D = m^2a^2 - 4m).$$

» La période se compose de seize réduites, et la forme |— 1, 0, D| apparaît au huitième rang; ce qui prouve que l'équation proposée est résoluble, et ne le serait pas si le second membre était + 1 au lieu de — 1.

» Les valeurs de t_1, u_1, x_1, y_1 sont composées des mêmes termes que celles correspondantes du problème IV, mais avec un changement de signe aux termes de rang pair, savoir :

$$t_1 = \tfrac{1}{2}[ma^2(m^2a^4 - 6ma^2 + 9) - 2],$$
$$u_1 = \tfrac{1}{2}[m^2a^5 - 4ma^3 + 3a],$$
$$x_1 = \tfrac{1}{2}[m^2a^4(m^2a^4 - 7ma^2 + 15) - 10ma^2 + 1],$$
$$y_1 = \tfrac{1}{2}[m^2a^4(m^2a^3 - 9ma^3 + 27a) - 30ma^3 + 9a].$$

» Quant aux valeurs générales de x et y en fonction de t et u, elles sont

$$x = \tfrac{1}{2}[(ma^2-1)t + ma(ma^2-3)u],$$
$$y = \tfrac{1}{2}[a(ma^2-3)t + (ma^2-1)(ma^2-4)u].$$

» La période présente cette particularité digne de remarque : La qua-

trième réduite étant $|-4, ma-2, m(a-1)-1|$ et la sixième

$$|-4m, m(a-4), 2m(a-2)-1|,$$

il s'ensuit que, pour $a=3$, leurs derniers termes deviennent égaux à $2m-1$. Le calcul numérique fait donc sauter de la quatrième réduite à la septième, et la période, qui se rapporte alors à l'équation

$$(9m-4)x^2-my^2=-1,$$

n'est plus composée que de douze réduites au lieu de seize, sans que d'ailleurs cette dernière équation cesse d'être résoluble. Ce cas particulier ne déroge donc pas à la conclusion générale. »

CHIMIE. — *Action de quelques réactifs sur l'oxyde de carbone, en vue de son dosage dans l'air des villes;* par M. **Armand Gautier**.

« Des analyses publiées par de nombreux auteurs il résulte que l'oxyde de carbone existe dans les gaz de nos foyers, industriels ou domestiques, en proportions pouvant varier de $0^{vol},01$ à 16 volumes pour 100 et plus. En général, nos cheminées d'appartement ou d'usines, à houille ou à coke, déversent dans l'atmosphère de 6 à 7 volumes d'oxyde de carbone par 100 volumes d'acide carbonique produits. Si l'on calcule qu'à Paris seulement on brûle, chaque année, sans tenir compte du chauffage au bois, 3 millions de combustible minéral, produisant tous les jours, par mètre carré de surface, 125 litres d'acide carbonique, on voit que, par chaque mètre carré du sol de la ville, il est versé dans l'atmosphère un peu plus de 8 litres d'oxyde de carbone par vingt-quatre heures.

» Sans doute, ce gaz, aussi bien que l'acide carbonique qui l'accompagne, est bientôt diffusé dans l'air ou balayé vers les hautes régions; mais sur l'énorme superficie de Paris (8000 hectares; environ 10 kilomètres de l'est à l'ouest) par temps calmes, les légers souffles du vent ne font que déplacer lentement, d'un quartier à l'autre, l'air qui baigne la ville, et, la production de l'oxyde de carbone se renouvelant sans cesse, il semble que ce gaz doive se retrouver dans l'air que nous respirons, passer dans le sang et contribuer peut-être, au moins dans les quartiers les plus industriels, à l'anémie de la population (¹).

(¹) D'après des expériences préliminaires faites dans l'hiver de 1893, j'ai trouvé dans

» Si l'on admettait que les 8 litres d'oxyde de carbone dégagés au minimum par mètre carré se diffusent ou se mélangent dans la colonne de 300^{m} de hauteur d'air qui baigne immédiatement nos maisons, cet air contiendrait encore 0^{vol},0000267, soit 27^{cc} de ce gaz environ par mètre cube.

» Dans ces proportions sa recherche est-elle accessible à nos moyens d'investigation? Sa présence dans l'air est-elle dangereuse?

» Ces questions se sont posées pour ainsi dire d'elles-mêmes depuis l'époque où l'on observa l'extrême toxicité du gaz oxyde de carbone (*Leblanc; Cl. Bernard*) et dès qu'on eut reconnu les effets qu'il manifeste quand on le respire même lorsqu'il est très dilué, mais de façon continue (blanchisseuses, plâtriers, etc.). On sait qu'il en résulte de la lassitude, de l'anémie, des céphalalgies, la tendance aux vertiges, ou, si l'empoisonnement est plus aigu, des accidents qui, lorsqu'ils ne sont pas immédiatement mortels, laissent le patient dans un état de déchéance tel que bien souvent, même après des semaines, il est tout à coup frappé de paralysie et d'autres symptômes graves qui peuvent se terminer par la mort (*Bourdon*). L'influence de l'oxyde de carbone sur la santé des populations des grandes villes ou des cités industrielles paraît plus probable encore depuis que l'on sait, par les expériences de Cl. Bernard et de M. Gréhant, que l'hémoglobine du sang possède la singulière propriété de s'unir en quantité très sensible à ce gaz vénéneux, alors même qu'il n'est contenu dans l'air qu'à des doses bien inférieures au dix-millième.

» Lorsque, comme dans les produits gazeux de nos cheminées, l'oxyde de carbone existe pour quelques centièmes, sa recherche et son dosage sont relativement aisés. La méthode consiste à absorber par le chlorure cuivreux acide; encore faut-il se souvenir que d'autres gaz, en particulier l'acétylène qui l'accompagne souvent dans les produits de combustion, se dissolvent dans ce réactif ou s'y combinent en proportions notables. Mais quand l'oxyde de carbone ne représente que quelques millièmes ou dix-millièmes du volume gazeux à analyser, son dosage par le chlorure cuivreux, même avec l'excellente modification de M. de Saint-Martin [1],

---

l'air de mon laboratoire, par une méthode que je décrirai bientôt, de 0^{vol},00001 à 0^{vol},000001 d'oxyde de carbone. Je pense pouvoir démontrer que l'air des rues et des places, à Paris, contient aussi une trace d'oxyde de carbone de l'ordre de grandeur du dernier de ces chiffres, appréciable surtout l'hiver, par temps calmes et dans les quartiers industriels.

[1] *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1006.

devient tout à fait insuffisant; l'acétylène en particulier s'y dissout, et avec lui d'autres hydrocarbures qui, lorsqu'on soumet à l'analyse eudiométrique les gaz qu'on extrait du réactif par le vide, sont comptés comme oxyde de carbone.

» Le nitrate d'argent ammoniacal, lorsqu'il a été presque exactement neutralisé, dissous au $\frac{1}{10}$ ou au $\frac{1}{20}$, oxyde bien l'oxyde de carbone, même s'il est mêlé à beaucoup d'air, ainsi que l'a reconnu depuis longtemps M. Berthelot (¹). Mais la réaction est lente pour les dernières parties du gaz qui s'échappent. La réaction est différente à froid et à chaud, suivant que le réactif est ou non saturé. Voici quelques nombres : Introduit dans 10630^{cc} d'air $507^{cc},3$ d'oxyde de carbone ($\frac{1}{200}$ environ); fait passer le mélange gazeux en cinq heures et à 20° dans un barboteur spécial très puissant (²), rempli de nitrate d'Ag ammoniacal au $\frac{1}{10}$, non exactement saturé. L'air qui a circulé contenait $176^{cc},5$ de CO pesant $0^{gr},221$. Augmentation du poids du barboteur $0^{gr},012$. Il ne se fait pas d'acide carbonique. — Autre expérience avec le réactif saturé : Passé 4^{lit} d'air contenant $128^{cc},1$ de CO pesant $0^{gr},157$; absorbé $0^{gr},050$. A chaud, la réaction est plus complète, mais la nécessité d'empêcher le départ de l'ammoniaque, tout en agissant sur de grands volumes d'air, rend l'opération très délicate sinon impossible. Le nitrate d'argent ammoniacal étant d'ailleurs réduit par beaucoup de gaz ne peut servir à reconnaître l'oxyde de carbone que si celui-ci n'est pas accompagné d'autres corps réducteurs. C'est ce qu'avait déjà dit M. Berthelot.

» Le moyen indiqué par M. Mermet (³), pour reconnaître les traces d'oxyde de carbone dans l'air, en se fondant sur l'oxydation de l'oxyde de carbone, à froid, par le permanganate de potasse en présence de sels d'argent, est assez infidèle, un grand nombre de gaz, l'acétylène et l'éthylène lui-même, agissant plus ou moins sur ce réactif à la façon de l'oxyde de carbone (⁴).

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. V, p. 569.

(²) Il a été imaginé en vue de ces études. Je le décrirai séparément.

(³) *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XVII, p. 467.

(⁴) Le permanganate de potasse acidifié ou alcalinisé suffit déjà à oxyder l'éthylène à froid et par conséquent ne permet pas la distinction avec l'oxyde de carbone. Pris 47^{cc} de C^2H^4 mis en présence de permanganate en excès alcalinisé. *Gaz disparu* après quarante-huit heures 46^{cc}. Pris 48^{cc} de C^2H^4 mis en présence de permanganate acidifié par SO^4H^2: *Acide carbonique formé* après une heure et demie 22^{cc}. Après quarante-huit heures même résultat.

» J'espérais, au début de ces études, arriver à doser l'oxyde de carbone dilué d'air, en l'oxydant d'abord à basse température grâce à un réactif bien choisi, puis recevant dans de l'eau de baryte titrée l'acide carbonique produit; la différence des titres déterminée sans aucune filtration préalable, en présence de phénolphtaléine, mesure susceptible d'une grande exactitude, devait me permettre de doser l'acide carbonique formé. Il est regrettable que cette méthode soit passible, pour les grandes dilutions d'oxyde de carbone et les faibles poids de CO^2 formé, de beaucoup d'incertitudes et de difficultés; mais, en la poursuivant, j'ai observé quelques réactions intéressantes que je crois devoir consigner ici.

» L'*acide chromique*, en solution aqueuse concentrée, oxyde mal l'oxyde de carbone. *Exemple :* Mis CrO^3 au quinzième (20^{cc} de solution) en présence de $32^{cc},1$ de CO à 25°; après une heure il s'est fait seulement $13^{cc},5$ de CO^2. Même en solution sulfurique, la réaction n'est pas complète. L'acide chromique à 2 pour 100 n'oxyde qu'imparfaitement, à 100°, un mélange d'air et d'oxyde de carbone. *Exemple :* Fait passer dans ce réactif un volume de ce mélange au $\frac{1}{1000}$, contenant $112^{cc},5$ de CO; dégagé $0^{gr},0019$ de CO^2 répondant à $0^{cc},0019$ de CO. Par les solutions à 10 et 20 pour 100 d'acide chromique et à 100°, l'oxydation est rapide, mais jamais complète.

» Le permanganate de potasse au $\frac{1}{1000}$ est réduit très lentement à froid par l'oxyde de carbone avec formation d'acide carbonique. Avec le permanganate au $\frac{1}{100}$, la réaction est bien plus rapide. Il se fait à froid de l'acide carbonique et des acides fixes.

» La solution d'*acide iodique* au $\frac{1}{100}$ n'oxyde pas à froid l'oxyde de carbone. Au $\frac{1}{10}$ et à 100° la réaction devient très sensible; il se fait de l'acide carbonique et l'iode est déplacé.

» L'anhydride iodique oxyde à chaud l'oxyde de carbone qui en dégage l'iode, ainsi que M. Ditte l'avait observé (¹). J'ai remarqué que la réaction est quantitative; qu'elle commence à 40° et même un peu avant, et qu'elle est totale et rapide à 60°. J'y reviendrai.

» Le chlorure d'or au $\frac{1}{100}$ est un excellent réactif de l'oxyde de carbone. Avec le gaz pur la réaction est presque immédiate, même à froid; l'or réduit, couleur pourpre, se dépose bientôt. C'est là un très bon réactif qualitatif pour reconnaître l'oxyde de carbone mélangé à l'air, à condition

---

(¹) *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 319.

que celui-ci soit privé de ses poussières, qu'il soit lavé à la potasse et qu'il ne contienne pas d'autres gaz réducteurs.

» L'oxyde d'argent humide absorbe lentement le gaz oxyde de carbone. Il en résulte une poudre noirâtre amorphe qui se conduit comme un carbonate d'oxydule d'argent, formé d'après l'équation :

$$2Ag^2O + CO = Ag^4CO^3.$$

L'acide acétique étendu de trois volumes d'eau ne dégage pas d'abord d'acide carbonique de cette matière amorphe, mais ce gaz se forme ensuite peu à peu, en même temps qu'il se fait de l'acétate d'argent; il reste un corps gris constitué surtout par de l'argent métallique. Traité par l'acide sulfurique étendu, le produit de la réaction de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent humide se détruit aussitôt à la façon des sels argenteux :

$$Ag^4CO^3 + SO^4H^2 = SO^4Ag^2 + Ag^2 + CO^2 + H^2O.$$

» Il se fait dans la même réaction une trace d'acides formique et oxalique.

» L'oxyde mercurique humide ainsi que l'oxyde mercureux ne paraissent pas absorber l'oxyde de carbone. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Girod**, d'Ahmenèges (Orne), adresse l'indication d'un procédé pour la détermination de la place des projectiles dans les tissus et une réclamation de priorité à ce sujet.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Marey, Guyon, Lannelongue.)

M. A. **Challe** soumet au jugement de l'Académie une Note intitulée : Projet ayant pour but d'éviter les abordages en mer pendant les temps brumeux.

(Commissaires : MM. de Jonquières, de Bussy, Hatt.)

M. A. **Ponchel** adresse une Note relative à la construction d'un aérostat.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Merlato** adresse, pour les concours des prix Montyon, une Note relative à ses diverses inventions.

(Renvoi aux Commissions des prix Montyon.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de* 1897. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mer. central	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1897.	0,19		
27- 7	7	2,2	— 7		85
27- 8	8	3,0		+ 9	137
28- 4	3	4,2	— 9		4
29- 6	4	5,0		+14	10
6- 8	3	6,7	— 3		11
10-11	2	8,3	—10		4
4-10	4	10,0		+ 2	3
13	1	10,3	— 7		2
13-15	3	12,8		+11	9
10-11	2	16,3		+12	19
13	1	17,2		— 9	7
14-20	3	19,2		+10	4
20-21	2	21,6		+ 3	9
22-25	2	22,1	— 0		1
23	1	23,4		+ 9	2
20-25	6	24,7		+ 5	7
22-23	2	25,6	6		3
	21 j.		- 6°,0	+ 8°,4	
		Novembre 1897.	0,33		
30	1	4,4	—12		2
3	1	5,9		+ 5	2
3-11	6	8,2	—12		15
9	1	8,8	—12		2
9-13	3	13,4	- 2		7
		Novembre 1897 (suite)	0,33		
19	1	15,2	—17		3
12-13	2	16,4	— 8		37
13	1	17,0		— 9	2
17-19	3	17,9		+ 5	11
19	1	23,5		+ 2	3
26	1	25,5	— 8		11
	18 j.		—10°,1	+ 5°,3	
		Décembre 1897.	0,00		
26	1	1,6		— 7	56
27-30	3	2,6		+ 8	67
30	1	3,3	— 8		4
29-30	2	4,7	—11		20
9	1	5,7		+12	13
9-13	4	7,5	—15		25
10-11	2	11,9		+ 4	
9-18	7	12,6	13,0	+ 9	+11 908
9-18	7	13,3		+12	
10-18	6	14,2		+16	
13-18	3	14,7		+ 5	6
16-18	3	21,0		— 3	45
31	1	28,0	— 9		47
29	1	30,0		+ 6	2
	12 j.		—10°,7	+ 7°,4	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud.						Nord.							
1897.	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre....	»	»	»	»	7	7	10	7	3	»	»	»	17	347
Novembre..	»	»	»	4	3	7	4	4	»	»	»	»	11	95
Décembre..	»	»	»	2	2	4	7	5	2	»	»	»	11	1193
Totaux..	»	»	»	6	12	18	21	16	5	»	»	»	39	1635

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.							
1897.	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre.....	»	»	»	7	9	16	15	9	5	1	»	»	31	33,8
Novembre...	»	»	»	5	7	12	4	3	1	»	»	»	16	14,2
Décembre...	»	»	»	4	5	9	8	6	2	»	»	»	17	19,5
Totaux...	»	»	»	16	21	37	27	18	8	1	»	»	64	67,5

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et en fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches, exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Le nombre des observations faites dans ce trimestre est de 51.

» Le nombre des groupes notés est sensiblement égal à celui du précédent trimestre (39 au lieu de 40), mais la surface totale a diminué de moitié : on a en effet 1635 millionièmes au lieu de 3250.

» Le Soleil a été vu sans taches huit fois : quatre en octobre et quatre en

novembre; il n'y avait alors que des pores très fugitifs. A ce sujet, le mois de novembre a présenté quelques particularités intéressantes. Le 16, par exemple, nous n'avons pu voir ni taches ni facules; mais, grâce à la définition des images qui était excellente, nous avons noté de nombreux groupes de pores disséminés entre + 37° et — 44° de latitude. Le 27, dans les mêmes conditions d'observation, nous avons noté deux groupes de *taches voilées* à + 10° et — 18° de latitude, et des groupes de pores jusqu'aux hautes latitudes de ± 48°.

» Le mois de novembre a d'ailleurs présenté un minimum accentué et il faut remonter au premier semestre de 1890, c'est-à-dire peu de temps après un *minimum* du cycle des taches, pour en trouver un plus marqué.

» A cette diminution de l'activité des taches a succédé une forte recrudescence temporaire, en décembre, due à un groupe très étendu dont le milieu a traversé le méridien central le 13 à la latitude de + 11°, et qui a été visible à l'œil nu (c'est le seul qui ait été vu de cette façon; il y en avait eu deux le précédent trimestre, tous deux dans l'hémisphère austral).

» Ce groupe, le plus étendu de ceux observés en 1897, était incliné sur l'équateur solaire d'environ 16°; ses taches extrêmes étaient distantes entre elles de 34° en longitude et de 17° en latitude (ces différences au moment du passage au méridien central étaient respectivement de 28° et 11°, et sa plus grande largeur de 8°). On peut le rapprocher de celui de septembre 1896 avec lequel il a beaucoup d'analogie malgré un aspect un peu différent : étendue d'un peu plus de 28° en longitude sur 5° de large, différence de latitude des taches extrêmes 11°, latitude moyenne 12°, inclinaison sur l'équateur 15°; néanmoins, ces similitudes n'autorisent pas à voir dans ce second groupe une réapparition du premier après 452 jours, leur différence de longitude étant de 116°.

» *Régions d'activité.* — Le nombre des groupes de facules a diminué de 6 au sud et augmenté de 3 au nord (respectivement 37 et 27 au lieu de 43 et 24), et au total on a 64 groupes et une surface de 67,5 millièmes au lieu de 67 groupes et 64,3 millièmes. On voit qu'il y a peu de différence comparativement au trimestre précédent.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle série de photographies de la chromosphère entière du Soleil.* Note de M. H. **Deslandres**, présentée par M. Lœwy.

« En février 1892 j'ai annoncé, en même temps que Hale, directeur de l'observatoire de Chicago, que les raies violettes H et K du calcium apparaissent brillantes dans le spectre des facules du disque solaire et assurent la photographie des vapeurs de calcium correspondantes.

» J'ai montré, de plus, que ces mêmes raies apparaissent encore brillantes, mais à un degré bien moindre, sur tous les autres points du disque, et décèlent en réalité la chromosphère entière du Soleil, dans la partie très étendue qui est projetée sur le disque et qui, jusqu'alors, avait échappé à l'observation (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 307, t. CXIV, p. 276 et 578, t. CXV, p. 222, t. CXVII, p. 716 et 1053, t. CXVIII, p. 842 et 1312).

» D'autre part, j'ai organisé en 1893, à l'Observatoire de Paris, avec le sidérostat de Foucault, deux spectrographes automatiques qui enregistrent séparément les formes et les vitesses radiales des plages les plus brillantes de la chromosphère entière ([1]).

» Le spectrographe des formes, qu'on appelle aussi *spectrohéliographe* ou encore *spectrographe à deux fentes*, présente dans le plan focal de la lunette une seconde fente fine qui isole, dans le spectre total, la raie chromosphérique et dont l'idée première a été indiquée par M. Janssen dans une Note publiée en 1872 sur l'observation oculaire des protubérances ([2]).

» Or les règles posées, en 1893, pour obtenir avec ce spectrographe l'intensité exacte des vapeurs et la netteté maxima, ont été confirmées par toutes les observations ultérieures. Une faible dispersion est une des conditions nécessaires : un prisme de flint léger, traversé sous une épaisseur moyenne de $0^{m},02$, donne d'excellents résultats.

» En fait, le spectrographe employé au début comprend un collimateur

---

([1]) Le spectrographe des vitesses enregistre en plus l'épaisseur de la chromosphère au bord.

([2]) Le premier spectrographe des formes a été construit en 1888 par Lohise, de Potsdam, pour la photographie des protubérances, mais n'a pas donné de résultats avec la raie rouge de l'hydrogène, qui agit trop faiblement sur les plaques photographiques; le second a été construit par Hale en 1892 et a fourni des images avec la raie violette du calcium.

de $0^m,50$ avec un objectif à quatre verres et à un grand champ, un seul prisme de $60°$, et une lunette de 1^m avec un objectif à deux verres. La fente du collimateur et le spectrographe tout entier se meuvent devant une image fixe du Soleil fournie par un objectif de $0^m,12$ et de 3^m de distance focale, pendant que la plaque photographique, placée derrière la seconde fente, a un mouvement relatif proportionnel.

» L'image de la chromosphère a un diamètre de 50^{mm}: obtenue avec une pose relativement courte, elle se distingue par sa netteté et son éclat des images similaires obtenues en Amérique et en Angleterre. Elle a montré couramment, en 1893 et 1894, de petits maxima de lumière (appelés *flammes faculaires* dans les Notes précédentes), non seulement dans la zone des taches, mais dans la région des pôles, qui en était privée sur les épreuves faites au même moment à l'étranger. Ces petits maxima forment sur le disque entier une sorte de réseau que j'appelle *réseau chromosphérique*.

» La photographie de la chromosphère a été poursuivie sans interruption pendant les années suivantes, car elle se rattache à une question actuellement très importante : à l'extension des variations périodiques des taches solaires aux autres parties du Soleil.

» Les variations des taches sont suivies, comme on sait, avec un retard plus ou moins grand, par les facules du disque d'une part, par les protubérances et les rayons coronaux de l'atmosphère solaire, d'autre part. S'étendent-elles aussi, et dans quelle proportion, aux plages brillantes de la chromosphère qui sont placées entre les facules et la couronne, et n'ont pas encore été étudiées? Il convient de combler cette lacune pour le disque entier et surtout pour la région des pôles, particulièrement intéressante par les grands changements des facules et de la couronne.

» Les premières épreuves de la chromosphère ont été faites dans les années 1893 et 1894, qui correspondent à un maximum de taches; depuis, les taches ont sensiblement diminué ainsi que les protubérances [1] et les

[1] Je m'appuie en particulier sur les relevés de Tacchini, Mascari, Guillaume, relevés qui ne donnent que les protubérances ayant une hauteur de quelques minutes d'arc. D'ailleurs, on sait que les protubérances les plus hautes ne sont pas les plus intenses, ou même celles qui ont la partie basse la plus intense. D'autre part, les photographies de la chromosphère entière représentent en général la partie la plus basse et aussi la plus intense de la chromosphère et des protubérances ayant une hauteur de quelques secondes d'arc. Les relevés des protubérances au bord et les photographies de la chromosphère sur le disque s'appliquent donc à des couches différentes de

facules. Même, ces dernières, d'après les relevés de Tacchini, auraient disparu en 1897 dans la région des pôles. Ces différences iront en augmentant jusqu'au minimum des taches, qui aura lieu vraisemblablement en 1900.

» Or, en 1895, 1896, 1897, les épreuves de la chromosphère ont montré, constamment, de même que dans les deux années précédentes, de petits maxima de lumière aux pôles; on a constaté seulement une légère diminution de leur intensité soit à un pôle soit à l'autre (¹). Sur le disque entier, d'autre part, le réseau chromosphérique paraît avoir subi des variations légères; au centre du disque, là où, en 1894, on comptait quatorze mailles et demie, on en compte treize en 1897. Cette étude de la chromosphère sera poursuivie pendant une période entière.

» D'ailleurs, en 1897, le spectrographe des formes a été amélioré, de manière à fournir une image plus grande de la chromosphère. L'objectif astronomique de 3^{m} de distance focale a été remplacé par un objectif de 5^{m}, et le collimateur de $0^{m},50$ par un collimateur de $0^{m},65$ et d'ouverture plus large. L'image finale de la chromosphère a un diamètre de 85^{mm}; c'est la plus grande image encore obtenue.

» Les nouvelles épreuves présentent plus de détails que les précédentes; elles montrent parfois, entre les mailles du réseau, d'autres mailles plus fines et plus faibles, et il semble que, en employant un appareil encore plus puissant, on puisse atteindre les dernières divisions de la chromosphère. Comme les protubérances ont une structure filiforme, les plages brillantes de la chromosphère sont probablement divisibles en grains et, dans ce dernier cas, les grains chromosphériques correspondront-ils aux grains de la photosphère, à ces grains qui apparaissent si nettement sur les belles photographies de M. Janssen?

» Sur quelques épreuves qui montrent des taches au bord solaire, la chromosphère présente une échancrure au point qui correspond à l'ombre. La partie basse et intense de la chromosphère manque donc au-dessus des

la chromosphère; de là l'intérêt qui s'attache à des différences dans les variations de ces couches.

(¹) Cependant, les plages les plus brillantes de la chromosphère correspondent aux plages brillantes et élevées de la photosphère, qui sont les facules. Mais, dans la chromosphère, la différence d'intensité entre les plages les plus brillantes et les plages voisines est beaucoup plus grande que dans la photosphère. On est conduit à penser que la surface du disque offre encore de petites inégalités aux pôles, après le maximum, malgré la disparition des facules.

taches. Ce résultat est confirmé par le spectre des taches étudiées au centre du disque avec les spectrographes des vitesses radiales. Il explique simplement pourquoi la radiation calorifique ([1]) des taches, si discutée à l'heure actuelle, ne varie pas en intensité avec leur distance au centre; car cette radiation ne subit pas l'absorption par la chromosphère qui est la cause des variations calorifiques pour les points ordinaires du disque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations singulières des fonctions abéliennes.* Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. Poincaré.

« Soit (s) une surface hyperelliptique aux périodes (g, h, g'), liées par la relation *unique* $\alpha g + \beta h + \gamma g' = 0$, à coefficients entiers; désignons par (S) une seconde surface hyperelliptique, aux périodes (G, H, G') définies par

$$(1) \qquad G = lg + k\gamma h, \qquad H = lh + k\gamma g', \qquad G' = -k\alpha h + (l - k\beta)g',$$

où l et k sont deux entiers vérifiant la relation

$$l^2 - \beta k l + k^2 \alpha\gamma = 1.$$

» Pour préciser, je supposerai que (s) est une de ces surfaces d'ordre huit que j'ai fait connaître ailleurs, et qui sont touchées par trois plans le long d'une quartique de genre deux. L'équation d'une de ces quartiques (q) est $\vartheta(u, v, g, h, g') = 0$, ϑ désignant une des seize fonctions thêta du premier ordre; de plus, les modules de la surface (s) sont ceux de la quartique (q). Je ferai la même hypothèse sur (S), et (Q) sera la quartique $\vartheta(U, V, G, H, G') = 0$.

» Cela posé, faisons correspondre à un point u, v de (s) le point U, V de (S), tel que

$$(T) \qquad U = lu + k\gamma v, \qquad V = -k\alpha u + (l - k\beta)v;$$

nous établissons ainsi entre (s) et (S) une correspondance point par point; mais (s) et (S) n'ont pas nécessairement les mêmes modules, c'est-à-dire que les quartiques (q) et (Q) ne sont pas nécessairement iden-

([1]) Les radiations lumineuses et actiniques restent aussi à peu près constantes, mais les mesures les plus précises ont été faites avec la radiation calorifique.

tiques. Nous allons chercher les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il y ait identité.

» La transformation (T) fait correspondre à la quartique (Q), d'équation $\vartheta(U, V, G, H, G') = 0$, tracée sur (S), une courbe $\psi(u, v) = 0$, tracée sur (s); $\psi(u, v)$ est une fonction qui vérifie les relations

$$\psi(u+1, v) = \psi(u, v+1) = \psi(u, v),$$
$$\psi(u+g, v+h) = \psi(u, v)e^{-2\pi i(lu+k\gamma v+\text{const})},$$
$$\psi(u+h, v+g') = \psi(u, v)e^{-2\pi i(-k\alpha u+(l+k\beta)v+\text{const})},$$

et la courbe $\psi(u, v) = 0$ est de genre deux, avec les mêmes modules que (Q).

» Si, maintenant, les courbes (q) et (Q) sont identiques, on a le droit de supposer que les surfaces (s) et (S) le sont également; il existe donc une transformation univoque de la surface (s) en elle-même, faisant correspondre à la courbe $\psi(u, v) = 0$ la quartique plane (q), c'est-à-dire la courbe $\vartheta(u, v, g, h, g') = 0$.

» Cette transformation est évidemment de la forme

$$U' = \lambda u + \mu v + \text{const.},$$
$$V' = \lambda' u + \mu' v + \text{const.},$$

les λ et μ étant des constantes; pour qu'elle soit univoque, il faut et il suffit qu'elle soit (à des constantes près) du type

(T′) $$U' = \lambda u + \theta\gamma v, \qquad V' = -\theta\alpha u + (\lambda - \theta\beta)v,$$

λ et θ étant des entiers liés par la relation

(2) $$\lambda^2 - \beta\theta\lambda + \theta^2\alpha\gamma = \pm 1.$$

» Enfin, en exprimant que le point (u, v) décrit la courbe $\psi(u, v) = 0$, quand le point (U′, V′) décrit la courbe $\vartheta(U', V', g, h, g') = 0$, on trouve

(3) $$\left\{\begin{array}{l} l = \lambda^2 - \theta^2\alpha\gamma, \\ k = \theta(2\lambda - \theta\beta), \end{array}\right.$$

c'est-à-dire que la substitution (T) est le carré de la substitution (T′).

» Or, les substitutions (T) sont des puissances d'une d'entre elles, que je désignerai par (t), et de là résultent aisément les conséquences suivantes :

» Si (T) est une puissance paire de (t), les équations (2) et (3) donne-

ront pour λ et θ des valeurs entières [en prenant $+1$ au second membre de (2)], c'est-à-dire que la surface (s) admettra une transformation univoque en elle-même, faisant correspondre à la quartique (q) la courbe

$$\varphi(u, v) = 0,$$

qui a les mêmes modules que (Q) : les courbes (q) et (Q) ont donc les mêmes modules.

» Si (T) est une puissance impaire de (t), il faut que (T′) soit de déterminant -1, c'est-à-dire que la forme $\lambda^2 - \beta\theta\lambda + \theta^2\alpha\gamma$ doit pouvoir représenter le nombre -1. On voit aisément que cette propriété dépend uniquement du discriminant $\Delta = \beta^2 - 4\alpha\gamma$. Donc :

» 1° Si Δ est tel que la forme puisse représenter -1, la substitution (T′) existe, et l'on en conclut que les courbes (q) et (Q) ont encore les mêmes modules;

» 2° Si Δ est tel que la forme ne puisse représenter -1, la substitution (T′) n'existe pas, et les deux surfaces (s) et (S), bien que se correspondant point par point, n'ont pas les mêmes modules, c'est-à-dire que les modules de Richelot formés respectivement avec les périodes g, h, g' et G, H, G′ ne sont ni les mêmes, ni réductibles les uns aux autres par une transformation ordinaire du premier ordre.

» Enfin, dans ce même cas, on établit que la surface (s) étant donnée, il n'y a qu'une *seule* classe de surfaces (S) qui lui correspondent point par point et qui aient des modules différents.

» La valeur la plus petite de Δ donnant lieu à ce cas remarquable est $\Delta = 12$, car pour $\Delta = 5$ et 8 les formes correspondantes $\lambda^2 - \lambda\theta - \theta^2$ et $\lambda^2 - 2\theta^2$ peuvent représenter -1, et les cas de $\Delta = 4$ et 9 sont à exclure comme elliptiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions discontinues développables en séries de fonctions continues.* Note de M. **R. Baire**, présentée par M. E. Picard.

« Dans une Note, présentée à l'Académie le 8 novembre 1897, j'avais indiqué le problème suivant : On suppose qu'une fonction de deux variables réelles est continue par rapport à chacune d'elles; on considère les valeurs que prend cette fonction sur une courbe continue; cette succession de valeurs est une fonction qui peut être discontinue; *quelle est*

exactement la nature de cette fonction? Je me propose d'indiquer, dans la présente Note, un théorème qui résout complètement cette question, en même temps que d'autres questions d'une nature un peu différente; en particulier, nous déterminerons *toutes les fonctions discontinues susceptibles d'être représentées par des séries de fonctions continues.*

» I. Je pose d'abord quelques définitions. Une fonction de t étant donnée, je prends, dans l'intervalle de variation de t, un ensemble parfait $E[E = E']$. Soit $A(t = t_0)$ un point de E; dans l'intervalle $(t_0 - \alpha, t_0 + \alpha)$, si petit que soit α, se trouvent des points de E; les valeurs de la fonction en ces points ont un maximum et un minimum qui, lorsque α tend vers o, tendent vers des limites M et m: j'appelle $\omega = M - m$ l'*oscillation en* A *de la fonction par rapport à l'ensemble parfait* E. Si $\omega = 0$, la fonction sera dite *continue en* A *par rapport à l'ensemble* E.

» Cela posé, il n'y a que trois cas possibles :

» 1° On a, en tout point de E, $\omega = 0$; la fonction sera dite alors *continue relativement à l'ensemble* E:

» 2° Dans tout intervalle $\alpha\beta$, contenant à son intérieur des points de E, il y a des points de E pour lesquels $\omega = 0$; la fonction sera dite *ponctuellement discontinue relativement à* E;

» 3° Il existe un intervalle $\alpha\beta$ qui contient des points de E à son intérieur, mais qui n'en contient aucun pour lequel $\omega = 0$; la fonction sera dite *totalement discontinue relativement à* E.

» Ces principes étant posés, on a le théorème suivant :

» *Soit une fonction de x et y, continue en tout point par rapport à y, et telle que, entre deux droites parallèles à* Ox, $y = \alpha$, $y = \beta (\alpha < \beta)$, *existe toujours une droite* $y = \gamma (\alpha < \gamma < \beta)$ *sur laquelle la fonction est continue par rapport à x. On prend une courbe continue et sur cette courbe un ensemble parfait* E. *La fonction, relativement à* E, *est ponctuellement discontinue.*

» Un cas particulier, où cette proposition s'applique, est celui que j'ai rappelé plus haut, à savoir le cas où l'on suppose la continuité en tout point par rapport à chacune des variables.

» Indiquons un autre cas intéressant. Soit une fonction $f(x, y)$ continue par rapport à l'ensemble x, y partout, sauf sur Ox, où elle est seulement continue par rapport à y. *Le théorème s'applique à la fonction discontinue* $f(x, 0)$. Plus généralement, si l'on a une fonction continue par rapport à l'ensemble (x, y) à l'*intérieur* d'une aire A limitée par un contour C, et si, en chaque point de C, il y a *continuité suivant la normale*, le théorème s'applique à la fonction ainsi définie sur le contour C.

» Reprenons le cas où les discontinuités n'ont lieu que sur Ox, et prenons une suite de quantités $y_1, y_2, \ldots, y_n, \ldots$ tendant vers o; on voit que *la fonction discontinue* $f(x, 0)$ *est la limite de la suite de fonctions continues* $f(x, y_1), f(x, y_2), \ldots, f(x, y_n), \ldots$, ou, ce qui revient au même, la somme de la série de fonctions continues

$$f(x, y_1) + \sum_{n=2}^{n=\infty} [f(x, y_n) - f(x, y_{n-1})],$$

convergente pour toute valeur de x.

» On peut, en partant de là, établir le théorème suivant :

» *Si une série, dont les termes sont des fonctions continues de x, est convergente pour chaque valeur de x, elle représente une fonction qui est ponctuellement discontinue relativement à tout ensemble parfait.*

» II. Réciproquement, si une fonction $f(x)$ est *ponctuellement discontinue relativement à tout ensemble parfait,* il existe une suite de fonctions continues $f_1(x), f_2(x), \ldots, f_n(x), \ldots$, qui, pour chaque valeur x_0 de x, tend vers $f(x_0)$. Autrement dit, la fonction est représentable par une série convergente

$$u_1(x) + u_2(x) + \ldots + u_n(x) + \ldots,$$

les u étant des fonctions continues. D'ailleurs, on peut remplacer cette série par une autre dans laquelle les termes sont tous des polynomes, de sorte que nous avons ainsi déterminé *la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction d'une variable réelle soit développable en série de polynomes.*

» III. Pour démontrer cette réciproque, j'emploie une méthode fondée sur la considération des ensembles; cette méthode fournit en outre une nouvelle forme de la condition précédente, et un moyen de décider si une fonction donnée est représentable ou non par une série de fonctions continues. J'indique brièvement ici les définitions qui me sont nécessaires.

» Soit σ un nombre positif quelconque. J'appelle P l'ensemble des points où l'oscillation de la fonction $f(x)$ est $\geqq \sigma$. Je forme, s'il y a lieu, P^Ω (Ω est le premier nombre transfini de la troisième classe); on sait que P^Ω est parfait. Soit P_1 l'ensemble des points de P^Ω où *l'oscillation par rapport à* P^Ω est $\geqq \sigma$ (si $P^\Omega = 0$, je poserai $P_1 = 0$). Soit de même P_2 l'ensemble des points de P_1^Ω où l'oscillation par rapport à P_1^Ω est $\geqq \sigma$.

» On définit ainsi $P_1, P_2, \ldots, P_n, \ldots$. Si l'opération ne se termine pas,

il existe des points communs à tous les ensembles P_n : soit P_ω l'ensemble de ces points. On déduira $P_{\omega+1}$ de P_ω, $P_{\omega+2}$ de $P_{\omega+1}$, etc., comme on a déduit P_1 de P; on arrive ainsi à définir P_α, α étant un nombre transfini quelconque, de première ou de deuxième classe; on voit également ce qu'il faut entendre par P_Ω.

» Cela posé, *quelle que soit la fonction dont on est parti*, il existe un nombre α de la première ou de la deuxième classe pour lequel on a : $P_\alpha = P_{\alpha+1} = \ldots = P_\Omega$. De plus, P_Ω est parfait.

» *Si, quel que soit* σ, *on a* $P_\Omega = 0$, *la fonction est développable en série de fonctions continues.*

» *Si, au contraire, lorsque* σ *est suffisamment petit, on a* $P_\Omega > 0$, *la fonction n'est pas représentable de cette manière;* on voit, en effet, qu'elle est alors totalement discontinue sur l'ensemble parfait P_Ω.

» IV. On peut étendre une grande partie des résultats qui précèdent au cas où l'on remplace la notion ordinaire de limite par la notion de *limite généralisée*, due à M. Borel. On a, en particulier, le théorème suivant :

» *Si une série*

$$u_1(x) + u_2(x) + \ldots + u_n(x) + \ldots,$$

dont les termes sont des fonctions continues, est sommable pour toutes les valeurs de x comprises dans un intervalle, et si la somme des n premiers termes reste limitée [1], *la somme* $S(x)$ *de la série (définie par M. Borel) est une fonction ponctuellement discontinue sur tout ensemble parfait, et par suite une fonction représentable par une série convergente de fonctions continues.* »

RADIOGRAPHIE. — *Caractères de la transformation des rayons X par la matière.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann [2].

« J'ai montré qu'un corps quelconque exposé aux rayons X émet en tous sens, suivant un mécanisme que j'ai précisé (*Comptes rendus* du 7 février), des *rayons secondaires* S moins pénétrants que les rayons X incidents dont ils sont la *transformation*. Le pouvoir de pénétration des rayons S est de plus en plus faible et la transformation des rayons X est de plus en plus

(1) Cette restriction n'est d'ailleurs pas nécessaire; on peut se contenter de supposer, par exemple, que la somme $S_n(x)$ des n premiers termes est, pour toute valeur de x, inférieure à A^n, A étant un nombre fixe.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

profonde à mesure que l'on passe de l'air, de l'eau, de l'aluminium, au cuivre, au zinc, au plomb. Je vais montrer comment l'emploi et la comparaison de différents récepteurs (plaques photographiques, électroscope, écran fluorescent au platinocyanure de baryum) permettent de préciser les caractères de cette transformation plus ou moins profonde.

» J'ai déjà montré que l'énergie des rayons secondaires n'est qu'une petite fraction de l'énergie des rayons X incidents (*loc. cit.*) et que cependant leurs actions photographiques ou électriques (*effets secondaires*) peuvent atteindre et dépasser les actions directes des rayons X (*effets primaires*). Cela tient à ce que la couche photographique, ou l'air qui environne le conducteur électrisé, sont très transparents pour les rayons X, mais peuvent, au contraire, absorber beaucoup plus les rayons secondaires.

» Le platinocyanure de baryum se comporte tout autrement que les préparations photographiques ordinaires ou que l'électroscope. Il utilise une fraction plus importante de l'énergie incidente. Il paraît intermédiaire entre les deux premiers récepteurs et le bolomètre que l'on pourrait constituer en mettant à profit l'échauffement des métaux sous l'action des rayons X, découvert par M. Dorn. Il en résulte que l'écran au platinocyanure s'illumine vivement sous l'action de rayons S même assez pénétrants, tels que ceux de l'aluminium, de la paraffine, agissant seuls à l'exclusion des rayons X. Mais, si l'écran reçoit déjà les rayons X, sa luminosité augmente peu quand on en approche un corps quelconque qui lui envoie des rayons secondaires sous l'influence des mêmes rayons X. Au contraire, on peut augmenter beaucoup l'action photographique dans les mêmes conditions. De même, la vitesse de décharge d'un condensateur dont les armatures en aluminium battu très mince, ou formées de toiles métalliques, sont traversées par les rayons X, peut doubler, tripler, décupler, etc., suivant les dimensions du condensateur, quand on approche de l'armature du condensateur, reliée au sol, une lame de cuivre, de zinc, de plomb, etc. également au sol.

» L'action des rayons X, sur l'un des trois récepteurs indiqués, diminue quand on interpose un corps sur leur trajet à cause de l'absorption des rayons X par le corps; mais elle s'augmente, d'autre part, de l'effet dû aux rayons S que l'obstacle dissémine en tous sens à partir de la surface de sortie des rayons X. La seconde action est importante si elle s'exerce sur une plaque photographique, ou sur un électroscope dont l'entrée est fermée par une toile métallique; il arrive même que si le corps étudié est une feuille d'or battu placée contre la toile métallique de l'électroscope, l'effet

secondaire compense, et au delà, l'absorption réelle des rayons X, en sorte que l'absorption apparente est légèrement négative. D'une manière générale, l'*absorption apparente* est minimum quand le corps est le plus près possible de la toile métallique qui ferme l'électroscope; elle augmente à mesure qu'il s'éloigne, jusqu'à atteindre une valeur limite, par exemple double de la première, qui caractérise l'*absorption réelle* des rayons X par le corps. C'est donc en éloignant suffisamment l'électroscope du corps absorbant (à $0^m,1$, à 1^m de distance, suivant les cas) qu'il convient d'étudier l'absorption des rayons X par les différents corps. Les anomalies précédentes se manifestent avec beaucoup moins d'intensité quand on remplace la plaque photographique ou l'électroscope par un écran au platinocyanure de baryum.

» Si le corps interposé sur le trajet des rayons X est formé de deux ou plusieurs lames superposées de *matières différentes*, l'effet des rayons secondaires change beaucoup avec l'ordre des lames (*Comptes rendus* du 7 février). Ce phénomène, qui démontre la transformation des rayons X, se constate très facilement avec les trois récepteurs indiqués, exposés aux rayons secondaires seuls. Si le récepteur reçoit en même temps les rayons X transmis par le système des lames, on constate que la transparence apparente du système des lames, pour les rayons X, dépend de l'ordre de ces lames aussi bien que de leurs distances respectives au récepteur (*loc. cit.*). Mais le phénomène est alors délicat à observer avec l'écran fluorescent ([1]), tandis que les plaques photographiques ordinaires le montrent très facilement, comme je l'ai indiqué au début de ces recherches (*Comptes rendus* du 27 juillet 1897). La méthode électrique permet de l'observer avec précision; par exemple, le système aluminium-zinc paraît plus transparent que le système traversé par les rayons X dans l'ordre inverse : zinc-aluminium, dans le rapport de 1,73 à l'unité, quand la lame d'aluminium de $0^{mm},55$ d'épaisseur et la feuille de zinc de $0^{mm},05$ d'épaisseur forment la paroi de la cage de l'électroscope; le rapport des deux coefficients de transmission apparente des deux systèmes inverses (Al, Zn) et (Zn, Al) diminue et tend graduellement vers l'unité, à mesure qu'on éloigne le système des deux feuilles de centimètre en centimètre à partir d'une toile métallique placée à l'entrée de l'électroscope.

([1]) M. Roiti, qui a retrouvé le même phénomène en employant l'écran fluorescent, n'a réussi à l'observer nettement et à en faire une étude suivie qu'en employant un dispositif très soigné (*Lincei*, 20 février, p. 87).

» Enfin, l'électroscope et les plaques photographiques ordinaires distinguent beaucoup mieux que le platinocyanure de baryum les différents rayons secondaires, très inégalement pénétrants, émis par les différents corps : ainsi, une lame d'aluminium émet des rayons secondaires dont l'action sur un écran au platinocyanure de baryum n'est pas très inférieure à celle des rayons du zinc. Au contraire, l'action des rayons secondaires de l'aluminium sur un corps électrisé est faible vis-à-vis de l'action des rayons du zinc; sur une plaque photographique ordinaire, elle peut passer inaperçue, alors que l'action du zinc est très intense. Ces différences tiennent à ce que l'écran au platinocyanure de baryum est bien plus absorbant que les deux autres récepteurs et utilise bien mieux les rayons de l'aluminium. Dans cette expérience de comparaison de l'écran luminescent et de la plaque photographique, l'aluminium et le zinc se comportent, comme sources de rayons secondaires, à la manière du tube *dur* et du tube *doux* d'une expérience analogue de M. Röntgen sur les rayons X [1]. L'aluminium émet des rayons secondaires beaucoup plus pénétrants que ceux du zinc.

» On peut résumer les caractères de la transformation des rayons X par la matière en disant : Une matière M qui reçoit des rayons X issus d'un tube à vide émet de nouveaux rayons, moins pénétrants, à la manière de la lame focus d'un tube à vide *plus doux* que le premier. Seulement on ne peut pas dire que ces rayons S émis par M sont simplement choisis dans le faisceau incident, comme s'il y avait simple diffusion élective; il y a *transformation* des rayons X. Si M est une matière telle que le zinc, le plomb, les rayons S très peu pénétrants qu'elle émet ne paraissent exister en quantité notable dans le rayonnement d'aucun des tubes à vide actuellement employés. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'irradiation photographique, applications diverses.* Note de M. CH. FÉRY [2], présentée par M. A. Cornu.

« I. Tous ceux qui se sont occupés de Photographie savent que les détails d'un objet vivement éclairé sont grossis et empâtés sur la glace sensible. Ce même phénomène se retrouve également dans la vision ; ce

---

[1] W.-C. RÖNTGEN, *Sitzungsberichte der Berl. Ak.*, mai 1897.

[2] Travail fait à l'École municipale de Physique et de Chimie.

n'est pas, d'ailleurs, la seule analogie que présentent l'œil et la chambre noire.

» Ayant indiqué à plusieurs reprises ce phénomène comme jouant un certain rôle dans l'étalement des points qui constituent l'image dans les clichés tramés employés en Photogravure, je me suis proposé de l'étudier plus en détail.

» On peut supposer, pour expliquer l'étalement d'un point vivement éclairé, que la couche sensible, devenant lumineuse en cet endroit, joue pour les régions voisines le rôle d'une véritable source secondaire. D'autre part, la glace n'étant pas infiniment sensible, il y a une certaine intensité lumineuse minimum au-dessous de laquelle la réduction du sel d'argent ne se produira plus.

» On conçoit donc que l'impression s'arrête au point où, par suite de l'*absorption*, cette intensité limite est atteinte.

» On est donc amené à appliquer à ce phénomène la loi de décroissance d'un rayon lumineux traversant une substance absorbante.

» Soient i_0 l'intensité sur la région recevant les rayons directs, i l'intensité limite de réduction, k le coefficient d'absorption de la couche sensible; la distance y à laquelle s'étendra l'action lumineuse sera donnée par la relation connue

$$i = i_0 k^{-y}$$

ou

$$ky = \log i_0 - \log i,$$

qui est l'équation d'une droite

(1) $$y = x - A,$$

en posant $\frac{\log i_0}{k} = x$ et $\frac{\log i}{k} = A$.

» Les étalements doivent donc croître en progression arithmétique quand les intensités lumineuses ou mieux les quantités de lumière croissent en progression géométrique.

» II. Afin de vérifier ces conclusions, j'ai disposé en contact absolu avec la glace photographique une trame de Max-Lévy qui avait été décollée.

» Ce système réalisait donc une série de petits écrans opaques et très étroits appliqués sur la couche de gélatine.

» Un objectif photographique produisait sur le système ainsi disposé l'image d'un diaphragme éclairé. On pouvait de cette façon réaliser sur la même plaque un certain nombre de poses et faire varier soit l'intensité

lumineuse en diaphragmant l'objectif, soit la quantité de lumière en agissant sur le temps de pose.

» Le halo qui aurait pris naissance pour les grandes intensités était évité en recouvrant l'envers de la glace d'un vernis noir ayant le même indice, ainsi que l'a indiqué M. Cornu.

» La distance entre deux traits opaques formant écrans était de $0^{mm},120$.

» *Résultats.* — Les temps de pose (à part le premier) ont varié suivant une progression géométrique dont la raison était trois secondes :

Temps de pose.	Largeur de la ligne.	Étalement observé.	Étalement calculé.
s	mm		
0,5	0,114	−0,006	−0,006
3	0,120	0,000	−0,001
9	0,129	+0,009	+0,009
27	0,138	0,018	+0,019
81	0,150	0,030	0,0029
243	0,159	0,039	0,0395

» Résultats bien conformes à la théorie précédente.

» Dans la pose la plus prolongée, le centre des lignes noires était plus clair que le bord ; ce fait, connu sous le nom de *solarisation*, ne semble pas, d'après ces expériences, modifier sensiblement les propriétés physiques de la couche.

» Il peut paraître étrange que la ligne soit reproduite plus petite qu'elle n'est réellement pour les très faibles temps de pose; cela n'a rien d'anormal cependant, car l'intensité au centre doit avoir atteint l'intensité limite nécessaire à la réduction avant les bords extrêmes.

» *Applications.* — On pourrait peut-être appliquer ce phénomène à la mesure de l'éclat intrinsèque des sources lumineuses ; il permettrait également de déterminer les constantes d'une émulsion donnée : sensibilité et coefficient d'absorption de la couche. »

M. A. Cornu, à l'occasion de cette Communication, ajoute les remarques suivantes :

« M. Ch. Féry me paraît établir avec certitude un point contesté à diverses reprises, à savoir : l'extension de l'action photographique sur le bord de l'ombre d'une plage éclairée. La couche sensible illuminée devient, dans son épaisseur, une véritable source secondaire qui a pour

effet d'augmenter le diamètre des objets lumineux enregistrés par la Photographie.

» Si cet effet secondaire doit être mis en ligne de compte, il ne faut pas le confondre avec l'action des aberrations de diverses natures qui entourent l'image principale des objectifs, lesquelles me paraissent jouer le rôle principal. Cette remarque explique les divergences obtenues dans les observatoires sur la mesure des grandeurs stellaires d'après le diamètre photographique des étoiles. Bien qu'appuyées, dans chaque cas, par des vérifications satisfaisantes, les lois proposées varient d'un observateur à l'autre, non seulement par la valeur numérique des paramètres, mais encore par la forme de la fonction à employer. Cela n'a rien de surprenant si l'on songe que chaque objectif, chaque miroir possède un système particulier d'aberrations, une sorte de personnalité photographique, qui ôte tout espoir de découvrir une loi générale permettant de résoudre le problème si important de la grandeur photographique des étoiles. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur un amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques.* Note de M. J. Carpentier, présentée par M. Mascart.

« Quand on fait des agrandissements photographiques, en vue d'applications scientifiques ou artistiques, une des principales difficultés que présente l'opération est une bonne mise au point. La propriété des objectifs, appelée *profondeur de foyer*, et le caractère toujours indécis des contours de toute image sur le cliché photographique, ainsi que d'autres causes secondaires, laissent à la mise au point, obtenue par observation directe de l'image sur la glace dépolie, une incertitude inévitable. En supposant que, dans un cas particulier, on soit parvenu à réaliser le maximum de netteté, les mêmes tâtonnements sont à renouveler, dès que quelque chose a été changé dans la disposition de l'appareil d'agrandissement, et le succès d'une première opération ne compte pour rien dans la réussite d'une opération subséquente.

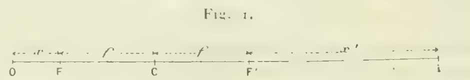
» L'amplificateur dont il est ici question est muni d'un dispositif purement cinématique qui rend la mise au point automatique et lui assure, dans tous les cas, le maximum de perfection réalisable.

» Rappelons, en deux mots, que tout appareil d'agrandissement photographique se compose essentiellement d'un objectif, de part et d'autre duquel se meuvent deux châssis portant : l'un le cliché à agrandir, que nous

appellerons l'objet O, l'autre la couche sensible sur laquelle doit se tracer l'image agrandie I. L'opération de la mise au point consiste, l'un des châssis étant en une certaine position, à amener l'autre châssis dans une position telle que l'objet et l'image soient placés dans deux plans conjugués par rapport à l'objectif.

» Considérons donc un objectif C, dans lequel nous supposerons d'abord que les points nodaux coïncident. Si l'on désigne par x la distance de l'objet au foyer principal de l'objectif le plus proche F, et par x' la distance de l'image au foyer principal F' (les deux foyers principaux étant respectivement de part et d'autre du centre optique, à une distance égale à la distance focale absolue f), on sait qu'il existe entre les valeurs absolues de x, x' et f la relation $xx' = f^2$.

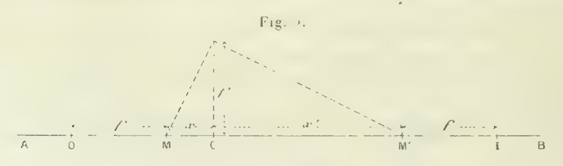
Fig. 1.



» La distance totale entre l'objet et l'image a pour valeur la somme $x + 2f + x'$.

» Soit une droite AB; en un de ses points C élevons une perpendiculaire CD de longueur égale à f, et en D plaçons le sommet d'un angle droit.

Fig. 2.



» Supposons que cet angle tourne autour de D : ses deux côtés couperont AB en deux points mobiles M, M', et les deux segments CM et CM', ou x et x', satisferont, d'après un théorème connu, à la relation $xx' = f^2$.

» Considérons maintenant deux points O et I liés le premier à M, le second à M', OM et OM' restant égales à f; la distance de O à I aura pour valeur $f + x + x' + f$. Cette somme, abstraction faite de l'ordre des termes, est égale à celle qui servait plus haut d'expression pour la distance de deux foyers conjugués.

» Ces considérations font concevoir comment est réalisé en principe et comment fonctionne le dispositif cinématique dont est muni l'amplificateur universel dont il s'agit.

» Cet amplificateur a la forme d'une chambre noire à deux corps et

à soufflets. Sa base est composée de deux longerons, formant glissières, entre lesquels se déplacent deux coulisseaux. Sous cette base est fixée l'équerre rigide, mobile autour de son sommet, qui commande le mouvement des deux coulisseaux; la liaison est faite par un doigt que porte chaque coulisseau, doigt qui s'engage, sans jeu appréciable, dans une rainure pratiquée dans le bras de l'équerre correspondant. Les centres des deux doigts se meuvent rigoureusement sur une même ligne droite et le centre de rotation de l'équerre est fixé à une distance de cette droite rigoureusement égale au foyer de l'objectif employé.

» L'objectif étant placé sur un support de telle sorte que son centre optique soit dans le plan transversal de l'appareil qui contient l'articulation de l'équerre, les châssis porte-objet et porte-image sont fixés verticalement chacun sur un coulisseau, à une distance f du doigt de commande, et les conditions théoriques se trouvent ainsi réalisées.

» Il va sans dire que les objectifs généralement employés n'ont pas leurs points nodaux confondus, et que la distance de ces points nodaux intervient comme terme supplémentaire dans la somme qui représente la distance de l'objet à l'image.

» Les deux constantes de l'objectif (distance focale absolue et écartement des points nodaux) sont déterminées directement par les procédés précis de l'Optique, et tout le réglage de l'amplificateur consiste à placer l'articulation de l'équerre ainsi que les deux châssis très exactement dans les positions qu'ils doivent occuper.

» Sans entrer dans le détail des dispositions qui complètent l'appareil, il est bon d'ajouter que sa manœuvre se fait en déplaçant le châssis sensible au moyen de boutons moletés commandant des pignons engrenés avec des crémaillères et qu'une division tracée sur la base indique le rapport d'amplification correspondant à toute position de ce châssis.

» L'appareil enfin est muni des accessoires qui permettent de faire l'opération inverse de l'agrandissement, c'est-à-dire de réduire un grand cliché en une petite image. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes. Applications.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« I. Plusieurs applications peuvent être faites de la méthode et de l'appareil dont j'ai déjà entretenu l'Académie, touchant la détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes ([1]).

» Ces applications se rencontrent quand on a à mesurer avec précision des pressions gazeuses d'une extrême petitesse. L'appareil que j'ai indiqué est un véritable manomètre, dans lequel les liquides ordinaires sont remplacés par des gaz. Il traduit une pression correspondant à une certaine hauteur d'eau par une différence de niveau $(h' - h)$, qui est 1460 fois plus grande si l'on emploie comme gaz auxiliaires l'air et l'anhydride carbonique; ainsi une pression de $0^{mm},1$ d'eau, difficilement appréciable avec d'autres moyens, s'y mesure exactement par une longueur de 146^{mm}. Cette sensibilité rend l'appareil recommandable dans divers cas, par exemple dans des études sur l'écoulement des gaz, sur la répartition des pressions dans un courant gazeux, etc.

» II. Au cours des recherches dont je rends compte, j'ai eu l'occasion de faire quelques mesures de l'absorption de l'anhydride carbonique dans l'acide sulfurique concentré, fait qui intéresse l'analyse organique élémentaire. L'acide phosphorique sirupeux dissout aussi l'anhydride carbonique. J'ai trouvé :

Solubilité de CO^2 à la pression de 760^{mm}.

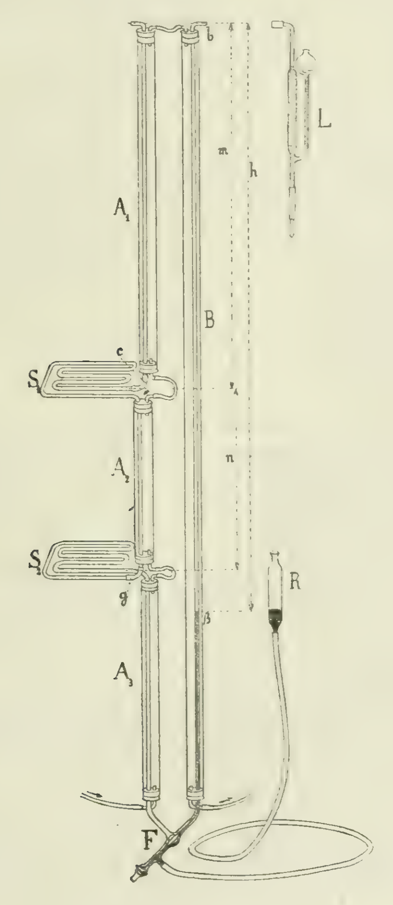
100^{cc} d'acide sulfurique, de densité 1,845, ont dissous..	à 11°3	111^{cc}	à 30°2	77^{cc}
100^{cc} d'acide phosphorique, de densité 1,733, ont dissous.	à 10°7	43^{cc}	à 30°2	27^{cc}

» Le gaz absorbé peut être intégralement enlevé par le vide.

» III. L'appareil décrit précédemment, pour la détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes, s'appliquait surtout aux gaz plus légers que l'anhydride carbonique et non absorbables par la potasse. On peut le modifier de manière qu'il fournisse la solution générale du problème, quelque grandes ou petites que soient les densités cherchées, que les gaz s'absorbent ou non dans la potasse ou tout autre réactif.

([1]) *Comptes rendus*, 17 janvier et 7 février 1898.

» Il comprenait essentiellement deux tubes étroits, A et B, dans lesquels des colonnes gazeuses se mettaient en équilibre; de la longueur de ces colonnes on déduisait la densité demandée. Imaginons que le tube A soit coupé en trois tronçons A_1,



A_2, A_3 (figure ci-contre). La communication entre A_1 et A_2 se fait par un serpentin S_1 *situé dans un plan horizontal,* d'un diamètre de $2^{mm},5$ à 3^{mm} et d'une capacité un peu supérieure à celle du tube B. Entre les deux tronçons A_2 et A_3 est interposé un ser-

pentin tout semblable S_2. Le tronçon A_1 est séparable de S_1; pour les séparer, il n'y a qu'à dégager l'extrémité inférieure de A_1 du caoutchouc c; A_2 est séparable de S_2, grâce au caoutchouc g. Au contraire, S_1 et A_2 sont solidaires, et il en est de même pour S_2 et A_3. Les trois tronçons A_1, A_2, A_3 et le tube B sont maintenus à température constante par un courant d'eau circulant dans des manchons.

» Pour exécuter une expérience, on sépare A_1 de S_1, A_2 de S_2 et par des manipulations très simples on remplit B d'air ordinaire, S_1 et A_2 du gaz étudié, S_2 et A_3 de gaz carbonique; A_1 est naturellement plein d'air. On raccorde A_1 avec S_1 au moyen du caoutchouc c, A_2 avec S_2 au moyen de g, et l'on établit la communication entre la branche $A_1A_2A_3$ et la branche B en ouvrant le robinet F. Aussitôt les colonnes gazeuses A_1, A_2, A_3, dont le poids total l'emporte sur celui de la colonne B, se mettent en mouvement vers B. Après huit ou dix minutes, l'équilibre est réalisé. Durant le déplacement des gaz, la surface idéale de contact ([1]) de l'air venant de A_1 avec le gaz étudié s'avance en S_1 et va s'y placer quelque part, en un point qu'il est inutile de connaître; il suffit de savoir que ce point se trouve dans un certain plan horizontal limitant les colonnes verticales A_1 et A_2. De même, la surface idéale de contact du gaz étudié et de l'anhydride carbonique s'arrête quelque part dans S_2. Quant à la surface de contact entre l'anhydride carbonique et l'air de B, elle se fixe en un point β, qu'on détermine comme il a été dit, par absorption de l'anhydride carbonique dans la potasse d'un absorbeur L.

» Ce qui caractérise le procédé actuel, c'est l'emploi des serpentins horizontaux. Ils font communiquer et séparent tout à la fois les colonnes A_1, A_2, A_3. Leur contenu, qui comprend deux gaz en proportion quelconque, est indifférent; il n'intervient pas dans l'équilibre. Interviennent seulement les parties verticales A_1, A_2, A_3, qui, grâce aux serpentins, conservent, malgré le mouvement des gaz, la composition qu'on leur a initialement donnée. Le gaz étudié, quel qu'il soit, occupe en A_2 une longueur invariable et connue, qu'on a déterminée une fois pour toutes. Dans chaque expérience, il n'y a à mesurer que la distance verticale $b\beta$ ou h, par une seule absorption.

» Soient : m et n les longueurs des colonnes A_1 et A_2, d_0 la densité cherchée du gaz occupant A_2, δ_0 la densité du gaz occupant A_3; l'équilibre établi, on aura, d'après ce qu'on a déjà vu, la densité de l'air étant prise pour unité :

$$m \times 1 + nd_0 + [h - (m + n)]\delta_0 = h \times 1.$$

» Nous avons dit que, les parois internes de l'appareil étant humides, les gaz sont saturés et que le poids de la vapeur d'eau, égal dans les deux

([1]) En réalité, cette surface n'existe pas; les deux gaz en contact se diffusent l'un dans l'autre sur une certaine longueur.

branches, s'élimine. Dans le cas de gaz extrêmement solubles, on peut, au lieu de mouiller, dessécher complètement les parois par un courant d'air et dessécher aussi les gaz à y introduire.

» Ici $\delta_0 = 1,529$. L'égalité précédente donne :

$$d_0 = 1,529 - (h - m)\frac{0,529}{n}.$$

» Un raisonnement, qu'il serait trop long de reproduire, et l'expérience montrent que les extrémités des colonnes m et n, commençant ou finissant aux serpentins S_1 et S_2, sont à compter exactement à partir des plans médians de ces serpentins.

» La présente méthode m'a donné les résultats suivants :

	Densité par rapport à l'air	
	trouvée.	vraie.
Azote chimique	0,966	0,967
Air	1,000 1,001	1,000
Anhydride carbonique.	1,529 1,529	1,529
Anhydride sulfureux..	2,25	2,25 (*Ann. du Bureau des Long.*) 2,264 (Leduc)

» L'appareil qui a fourni ces chiffres est imparfait; les deux serpentins ne sont pas suffisamment plans; s'ils l'étaient tout à fait, on aurait obtenu des résultats encore plus approchés.

» Lorsqu'on voudra mesurer la densité de gaz très lourds, pour éviter d'avoir à donner à l'appareil une hauteur exagérée, on pourra substituer à l'anhydride carbonique l'anhydride sulfureux.

» IV. Pour en revenir à mon point de départ, je ferai remarquer que l'azote, l'oxygène et l'argon, sur lesquels j'ai opéré les mesures de densité très approchées qu'on a vues dans une Note précédente, étaient des échantillons de gaz mis en œuvre dans mes essais de 1897 sur la végétation avec et sans argon, et que, leur pureté ressortant de leurs densités, il y a là une nouvelle vérification des résultats obtenus dans ces essais. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le néodyme.* Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« En 1885, M. Auer de Welsbach indiquait une méthode permettant de séparer le lanthane du didyme et de partager le didyme en praséodyme et en néodyme; cette méthode repose sur les différences de solubilité dans l'acide nitrique étendu des nitrates doubles de didyme et d'ammoniaque, et de lanthane et d'ammoniaque [1].

» En poursuivant mes recherches sur les terres yttriques, j'ai cherché à obtenir ces terres dans un état de pureté aussi parfait que possible. Pour les débarrasser des terres du groupe cérique qui peuvent les accompagner, un procédé consiste à employer le sulfate de potassium : les terres du groupe cérique donnent un sulfate double insoluble dans une solution saturée de sulfate alcalin; celles du groupe yttrique donnent un sulfate double soluble.

» De premiers essais m'avaient permis d'isoler une quantité très faible d'un oxyde dont le poids atomique était 142,7 et dont les sels présentaient le spectre d'absorption du néodyme, tel qu'il a été décrit par M. Auer de Welsbach. Cet oxyde avait été obtenu de la manière suivante : les oxydes yttriques déjà purs sont transformés en sulfates, et la solution aqueuse de ces sulfates est additionnée de sulfate de potassium en excès; on laisse en contact pendant au moins vingt-quatre heures, et le sulfate double formé est recueilli sur filtre, puis décomposé à chaud par la soude. L'oxyde, après s'être complètement débarrassé d'alcali, est dissous dans l'acide nitrique, puis précipité par l'acide oxalique.

» J'ai voulu voir si une nouvelle expérience viendrait confirmer ces données. Pour cela, 70^{gr} d'oxydes yttriques ont subi le traitement indiqué plus haut, et j'ai pu isoler ainsi une certaine quantité d'oxyde dont les solutions donnaient le spectre du néodyme. Après avoir enlevé le thorium par formation du sulfate double de néodyme et de sodium, insoluble dans une solution saturée de sulfate de sodium, j'ai analysé le produit finalement obtenu. Les résultats sont les suivants :

Sulfate anhydre employé	$2^{gr},758$
Oxyde obtenu	$1^{gr},605$

---

(1) *Monatshefte für Chemie*, t. VI, p. 477.

ce qui donne, pour le poids atomique du métal correspondant, le nombre 143.

» L'oxyde obtenu après calcination est verdâtre; l'oxalate et le sulfate anhydre ont une couleur légèrement rosée. Le sulfate cristallisé est rose et est moins soluble dans l'eau que le sel anhydre; cette solubilité est plus grande à froid qu'à chaud : ces propriétés relatives à la solubilité sont d'ailleurs communes à toutes les terres rares.

» Le spectre d'absorption de la solution du sulfate est caractérisé par les longueurs d'onde suivantes :

591,5-584	ombre
584-572	très intense
523-519	intense
512-508	faible
480	très faible
470	très faible

» J'ai pu comparer ce spectre à celui d'une solution de néodyme appartenant au laboratoire, et m'assurer qu'il y avait identité; les raies très faibles (480 et 470) sont très probablement dues à des traces de praséodyme.

» Il résulte de cet ensemble de faits que le néodyme donne un sulfate double de potassium plus soluble que le praséodyme, ce qui permettrait une séparation peut-être plus rapide que la méthode des cristallisations fractionnées : je me propose d'appliquer à l'étude des sels de didyme ce procédé fondé sur la solubilité relative des sulfates doubles alcalins. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'explosion des mélanges grisouteux par l'étincelle électrique. Principe de la dérivation du courant.* Note de MM. **H. Couriot** et **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« Nous avons montré, dans une Note précédente [1], que les mélanges de grisou et d'air ne sont pas allumés par un filament métallique incandescent, et qu'ils font explosion sous l'influence de l'étincelle de rupture :

---

[1] H. Couriot et J. Meunier, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 750; 1898.

Le grisou qui a servi à nos expériences provenait de la quinzième couche du bassin de Saint-Étienne (puits Beaunier).

il existe des conditions expérimentales où l'on peut faire éclater l'étincelle dans un mélange sans exciter l'explosion.

» Après avoir reconnu que les mélanges à 9,5 pour 100 de méthane étaient les plus explosifs, il était rationnel d'opérer d'abord sur ces mélanges, car il est certain que les conditions dans lesquelles on éviterait leur explosion seraient suffisantes pour éviter celle des autres mélanges de nature moins dangereuse. Dans nos premières expériences la tension du courant était demeurée constamment celle du secteur de la Ville de Paris réglée à 110 volts environ; nous avons obtenu de plus faibles voltages en introduisant des dérivations sur le circuit dont nous disposions. Nous avons déduit des résultats ainsi observés les principes suivants :

» Principe de la dérivation. — *Pour éviter l'explosion, il est nécessaire de relier par un conducteur secondaire deux des points des conducteurs entre lesquels se produit l'étincelle.*

» Cette condition est nécessaire, car, en employant une dérivation, nous avons pu fondre des fils de clavecin dans des mélanges à 9.5 pour 100 de méthane sans provoquer l'explosion, tandis que, sans dérivation, elle se produisait constamment. Toutefois, la condition ne suffit pas : en effet, les conducteurs qui, dans toutes nos expériences, ont servi à amener le courant à notre laboratoire étaient eux-mêmes en dérivation sur des conducteurs principaux dépendant du secteur de la Ville; en outre, le conducteur secondaire que nous avons intercalé dans le montage de notre appareil n'a pas toujours empêché l'explosion. Il y a donc lieu de rechercher quelles sont les autres conditions qui doivent être ajoutées à cette première.

» Deux points d'un circuit électrique étant doublement reliés, les deux conducteurs qui les relient sont en dérivation l'un par rapport à l'autre; désignons sous le nom de *dérivation directe* la branche qui contient l'exploseur, et par *dérivation parallèle* celle qui est opposée; soient r et r' leurs résistances respectives, i et i' les intensités que le courant principal fait naître dans chacune : on a, d'après les lois fondamentales de l'électricité, $\frac{i}{i'} = \frac{r'}{r}$, et le voltage $e = ir = i'r'$ est le même dans les deux dérivations qui ont leurs extrémités communes. Il s'ensuit que, pour deux conducteurs de résistances déterminées, le voltage est fixé par l'intensité du courant principal employé et que le rapport $\frac{r'}{r}$ demeure constant, pourvu que les différentes parties des conducteurs conservent la même température. L'intensité i étant réglée, tout sera donc réglé dans l'appareil.

» *Méthode expérimentale.* — Nous avons rattaché les extrémités des conducteurs du courant principal, de la dérivation directe, de la dérivation parallèle et d'un voltmètre, à des bornes vissées sur des pièces métalliques de résistance négligeable et formant deux séries parallèles isolées l'une de l'autre. Dans la dérivation directe, nous avons intercalé un ampèremètre donnant la valeur de l'intensité i, et permettant de calculer les valeurs de r et de r' et de suivre leurs variations dues à l'échauffement des conducteurs.

» La constance du rapport $\frac{r'}{r}$ étant assurée par cette disposition d'appareil, nous faisions varier l'intensité i au moyen d'un rhéostat placé sur le courant principal. Pour une valeur déterminée du rapport, nous faisions une série d'expériences en diminuant la valeur de i jusqu'à ce que l'étincelle de rupture ne provoquât plus l'explosion du mélange.

» *Lorsque le rapport des résistances acquiert une valeur élevée,* c'est-à-dire *lorsque la résistance est très grande dans la dérivation parallèle, l'étincelle de rupture détermine invariablement l'explosion.*

» Nous avons réalisé ce cas en prenant comme dérivation parallèle une lampe de 110 volts laissant passer un courant de 1 ampère environ, en sorte que la résistance r' était supérieure à 110 ohms; la dérivation directe contenant l'exploseur était formée par 100^{m} de fil de cuivre dont la résistance r était égale à 3 ohms; nous avons fait varier la valeur de i de $7^{amp},6$ à $4^{amp},5$ en passant par six valeurs intermédiaires : l'explosion a toujours eu lieu, tandis que, quand nous avons introduit à côté de la lampe une deuxième dérivation parallèle formée par un fil de cuivre et sans rien changer au reste de la disposition, l'explosion a cessé de se produire.

» Cette expérience peut fournir l'explication des résultats que nous avons obtenus avant d'employer dans notre appareil une dérivation spéciale : les conducteurs amenant le courant au laboratoire sont en dérivation sur le secteur; celui-ci joue donc le rôle d'une dérivation parallèle dont la résistance est du même ordre que celle de la lampe; l'explosion doit se produire constamment dans ces conditions.

» Comme corollaire du principe de la dérivation et de ces faits, on peut déduire que *l'étincelle, se produisant sur un circuit unique dont la rupture entraîne l'extinction complète du courant, provoque nécessairement l'explosion.*

» Pour déterminer la limite inférieure d'intensité à laquelle ce principe est encore exact, il faut employer des courants d'intensité décroissante; mais la difficulté pratique qui se présente alors est de se procurer des filaments métalliques assez fins pour qu'ils soient amenés à la fusion par ces

courants de faible intensité. Avec des fils d'argent de $0^{mm},05$, les plus fins que l'on puisse trouver dans le commerce, et un courant de $1^{amp},9$, nous avons eu des étincelles à peine visibles dans l'éprouvette de l'exploseur, et cependant elles suffisent pour déterminer la détonation. Nous pensons, en opérant sur des lampes, obtenir la rupture du filament avec des intensités beaucoup plus faibles.

» Reprenons notre rapport $\frac{r'}{r} = \frac{i}{i'}$; *l'explosion est d'autant plus facilement évitée que la valeur du rapport se rapproche de l'unité*. Lorsque la valeur décroît au-dessous de l'unité, c'est-à-dire lorsque la résistance de la dérivation parallèle devient faible par rapport à l'autre, à partir d'une certaine limite l'explosion se produit de nouveau. Il existe donc deux limites de ce rapport, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de l'unité, entre lesquelles l'explosion peut être évitée, quand on ne dépasse pas une certaine intensité i.

» Voici les résultats que nous avons obtenus en prenant deux dérivations dont les résistances étaient d'égale valeur : i est l'intensité qu'il ne faut pas dépasser avec cette résistance pour éviter l'explosion des mélanges à 9,5 pour 100 de méthane :

$\frac{r'}{r} = 1$	$r = 0^{ohms},75$	$i = 11^{amp},5$
	3,3	5,6
	4,4	4,1

» Avec ces intensités les fils de clavecin que nous avons employés rougissent et fondent presque instantanément. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés du sulfure de strontium phosphorescent.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo** (¹).

« Ayant observé qu'une masse de chlorure de sodium, mélangée à du sulfure de strontium, était phosphorescente, j'ai tâché de voir si une certaine quantité de ce sulfure, répandue dans un corps inerte et non phosphorescent, communiquait à celui-ci sa propriété. J'ai employé un sulfure de strontium, doué de la phosphorescence la plus intense, et, comme

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

corps inertes, les sulfates de strontium, de baryum et de calcium. Quelquefois on faisait des mélanges très homogènes; parfois on calcinait ces mélanges au rouge vif pendant quelques heures et l'on mélangeait, avec lesdits sulfates, des corps destinés à réagir et à produire une quantité déterminée de sulfure de strontium. Dans tous les cas, on procéda en faisant des mélanges très intimes et en les tamisant jusqu'à ce qu'ils se réduisissent en poudre impalpable et d'une parfaite homogénéité. Voici les résultats obtenus :

» *Sulfate de strontium et sulfure de strontium.* — On mélangea, dans un mortier en fer, 50^{gr} de sulfate de strontium avec 2^{gr},50 de sulfure de strontium; le mélange intime fut exposé à la lumière directe, sans insolation, pendant cinq minutes; dans l'obscurité toute la masse présenta une phosphorescence bleu verdâtre assez intense. Avec des quantités de sulfure inférieures à 5 pour 100, le phénomène ne se présenta pas.

» Un mélange intime, fait avec 50^{gr} de sulfate de strontium et 2^{gr},50 de sulfure, chauffé au rouge vif pendant trois heures, donna une masse qui, une fois pulvérisée et tamisée, ne présentait pas de phosphorescence, après une exposition de quinze minutes à la lumière directe; mais, en y ajoutant 1^{gr} de sulfure phosphorescent et en chauffant de nouveau pendant trois heures, le produit pulvérisé devenait phosphorescent, en l'exposant cinq minutes à la lumière.

» 50^{gr} de sulfate de strontium mélangés avec 5^{gr} de carbonate de strontium et 1^{gr},50 de soufre, chauffés pendant trois heures au rouge vif, donnèrent une masse non phosphorescente, même après une longue exposition à la lumière directe. En y ajoutant 15^{gr} de carbonate de strontium et 5^{gr} de soufre, et faisant chauffer de nouveau le mélange pendant trois heures, il donna un produit phosphorescent qui contenait 10 pour 100 de sulfure de strontium.

» 50^{gr} de sulfate de strontium furent mélangés à 5^{gr} de carbonate de strontium et 1^{gr},50 de soufre en y ajoutant, en très petites quantités, du carbonate de sodium et du chlorure de sodium et une trace de sous-nitrate de bismuth; le mélange intime, chauffé comme dans l'expérience précédente, donna un produit dépourvu de phosphorescence. En y ajoutant 15^{gr} de carbonate de strontium, 5^{gr} de soufre et du carbonate de sodium, du chlorure de sodium et du sous-nitrate de bismuth, après avoir fait chauffer pendant quatre heures au rouge vif, on obtint un produit qui, avec cinq minutes d'exposition à la lumière, présenta une phosphorescence assez intense.

» *Sulfate de baryum et sulfure de strontium.* — En mélangeant 50^{gr} de sulfate de baryum avec 2^{gr},50 de sulfure de strontium, on obtient une masse qui, avec cinq minutes d'exposition à la lumière, donne une phosphorescence d'un bleu verdâtre assez intense. Le même mélange, calciné pendant trois heures au rouge vif, produit le même effet.

» 50^{gr} de sulfate de baryum, mélangés avec 5^{gr} de carbonate de strontium et 1^{gr},50 de soufre, produisent une masse qui, réduite en poudre impalpable, après avoir subi

la température du rouge vif pendant quatre heures, donne une phosphorescence bleu verdâtre, par cinq minutes d'exposition à la lumière.

» Le mélange de 50^{gr} de sulfate de baryum, 5^{gr} de carbonate de strontium, $1^{gr},50$ de soufre et des traces de carbonate de sodium, de chlorure de sodium et de sous-nitrate de bismuth, ayant été chauffé au rouge vif pendant quatre heures, donna un produit phosphorescent.

» Dans ces deux dernières expériences, la phosphorescence était faible, même après vingt minutes d'exposition à la lumière; mais l'intensité pouvait être augmentée par les moyens décrits.

» *Sulfate de calcium et sulfure de strontium*. — Par le mélange de 50^{gr} de sulfate de calcium avec $2^{gr},50$ de sulfure de strontium on obtint une masse non phosphorescente, dans les conditions des expériences antérieures; en y ajoutant encore $2^{gr},50$ de sulfure on réussit à le rendre phosphorescent, par sept minutes d'exposition à la lumière directe. Le même mélange de 50^{gr} de sulfate de calcium et 5^{gr} de sulfure de strontium, chauffé au rouge vif pendant trois heures, présenta une égale phosphorescence, sans augmentation d'intensité.

» En mélangeant 50^{gr} de sulfate de calcium, 5^{gr} de carbonate de strontium et $1^{gr},50$ de soufre et soumettant le mélange à la température du rouge vif, pendant trois heures, on obtient une masse non phosphorescente; on peut lui donner cette qualité en la rechauffant encore trois heures après y avoir ajouté 15^{gr} de carbonate de strontium et 5^{gr} de soufre ou bien $2^{gr},50$ de sulfure de strontium.

» 50^{gr} de sulfate de calcium, 5^{gr} de carbonate de strontium, $1^{gr},50$ de soufre et de très petites quantités de carbonate de sodium, chlorure de sodium et sous-nitrate de bismuth, après avoir été intimement mélangés et soumis pendant trois heures à la température du rouge vif, donnèrent une masse non phosphorescente. J'ajoutais 15^{gr} de carbonate de strontium, 5^{gr} de soufre et des traces de carbonate de sodium, chlorure de sodium et sous-nitrate de bismuth; en calcinant de nouveau, il en résulta un produit phosphorescent, par sept minutes d'exposition à la lumière directe. On obtient le même effet en mélangeant simplement avec $2^{gr},50$ de sulfure de strontium.

» Dans tous les cas, quoique la masse devienne phosphorescente d'une manière uniforme, l'intensité lumineuse est plus faible, ainsi que l'excitabilité, que lorsqu'il s'agit du seul sulfure. La nuance de la phosphorescence rappelle celle qui est propre au sulfure de strontium; toutefois, dans les cas cités, elle est presque toujours quelque peu blanchâtre. Les effets dépendent aussi du volume de la masse et, les autres circonstances restant les mêmes, ils sont plus intenses avec le sulfate de baryum qui, parmi les matières employées, a le plus grand poids spécifique, tandis qu'on obtient les plus faibles avec le sulfate de calcium, qui a la moindre densité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation de quelques composés amidés et thio-amidés.* Note de M. **Œchsner de Coninck** [1].

« J'ai étudié l'action des hypochlorites alcalins, à excès d'alcali, sur quelques amides, urées et sulfo-urées.

» 1° *Acétamide.* — J'ai déjà fait agir sur ce corps une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium sodique. Les résultats négatifs que j'ai obtenus tenaient à ce que la solution était trop étendue. Avec des solutions plus concentrées d'hypochlorites de sodium et de potassium alcalins, l'acétamide est décomposée avec mise en liberté d'azote. Mais la réaction est surtout nette lorsqu'on traite cette amide par une solution concentrée et tiède d'hypochlorite de calcium; la liqueur mousse, tant le dégagement gazeux est abondant. On peut réaliser ainsi une belle expérience de cours.

» 2° *Sulfo-urée.* — La sulfo-urée est moins facilement attaquée que l'urée par l'hypochlorite de sodium sodique. En même temps qu'il se dégage de l'azote, il se forme une grande quantité d'acide sulfurique et la réaction est la suivante :

$$CS\langle{}^{AzH^2}_{AzH^2} + 7O = CO^2 + SO^3 + Az^2 + 2H^2O.$$

» 3° *Phényl-urée.* — Au contact de l'hypochlorite de sodium alcalin, l'azote commence à se dégager. La décomposition devient plus marquée, si l'on chauffe progressivement.

» 4° *Phényl-sulfo-urée.* — Cette urée est beaucoup plus stable que la précédente, résultat qui, rapproché de celui fourni par la sulfo-urée, montre que le soufre confère de la stabilité à la molécule. Il se dégage une faible proportion d'azote, il y a production d'acide sulfurique et d'une matière colorante jaune foncé; on est donc amené à penser que, *en première phase du moins,* la réaction est

$$2\left(CS\langle{}^{AzH.C^6H^5}_{AzH^2}\right) + 11O = 2CO^2 + 2SO^3 + H^2O + Az^2 + 2(AzH^2.C^6H^5).$$

» 5° *Sarcosine* (méthyl-glycocolle). — Ce dérivé est assez stable, en présence de l'hypochlorite de sodium alcalin, et il faut chauffer pour obtenir le dégagement d'azote.

» 6° *Oxaméthane* ($CO - AzH^2 - CO.OC^2H^5$). — Cet éther amidé commence à se décomposer à froid, au contact du réactif. Avec l'aide de la chaleur, le dégagement d'azote devient abondant. On a

$$2\begin{pmatrix} CO - AzH^2 \\ | \\ CO - OC^2H^5 \end{pmatrix} + 2H^2O + 5O = Az^2 + 4CO^2 + H^6O^3 - 2(C^2H^5.OH). »$$

---

(1) Ces recherches ont été faites à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés chlorés du carbonate de phényle.* Note de M. E. BARRAL, présentée par M. Friedel.

« On ne connaissait aucun dérivé chloré du carbonate de phényle lorsque j'ai obtenu [1] le carbonate de phényle perchloré $CO(O.C^6Cl^5)^2$, en faisant réagir Al^2Cl^6 sur l'hexachlorophénol-α C^6Cl^6O, en solution dans le sulfure de carbone. Du chlorure de carbonyle, formé dans la réaction, réagit à l'état naissant sur le pentachlorophénate de chlorure d'aluminium produit, et le transforme en carbonate de phényle perchloré :

$$CO\left\langle\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right. + 2C^6Cl^5.O.Al^2Cl^5 = CO\left\langle\begin{matrix}O.C^6Cl^5\\O.C^6Cl^5\end{matrix}\right. + 2Al^2Cl^6.$$

» Le carbonate de phényle perchloré ayant été obtenu par la même réaction que celle qui sert à préparer le carbonate de phényle, il est très probable que tous les dérivés intermédiaires peuvent se former par l'action de $COCl^2$ sur les dérivés chlorés du phénol.

» La chloruration directe du carbonate de phényle, en présence des chlorurants énergiques, me permet de donner une autre méthode de préparation de ces dérivés chlorés.

» Du carbonate de phényle, dissous dans le tétrachlorure de carbone, ayant été mis dans un grand flacon plein de chlore, j'ai constaté que ce gaz n'est pas absorbé (comme l'ont déjà remarqué plusieurs auteurs), même après plusieurs jours au soleil. Mais, en projetant une petite quantité d'*iode* dans le flacon, j'ai obtenu immédiatement une très vive réaction accompagnée d'une notable élévation de la température; il se dégage de l'acide chlorhydrique et l'atmosphère se décolore. Le flacon a été rempli plusieurs fois avec du chlore, jusqu'à ce que celui-ci ne fût plus absorbé.

» J'ai obtenu du carbonate de phényle bichloré $CO(O.C^6H^4Cl)^2$, cristallisé en aiguilles soyeuses blanches, fusible à 142°, insoluble dans l'eau, peu soluble à froid dans le benzène et l'alcool absolu, mais très soluble à l'ébullition.

» Ce corps se décompose rapidement lorsqu'on le chauffe avec de la potasse alcoolique, à l'ébullition de l'alcool : on obtient un précipité de

---

(1) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1895. — *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XIII, p. 345; 1895.

carbonate de potassium et une solution de monochlorophénate de potassium.

» En faisant passer directement le chlore dans du carbonate de phényle additionné d'*iode* ou de *pentachlorure d'antimoine*, j'ai réussi à fixer beaucoup plus de chlore et à obtenir des composés fusibles à des températures supérieures à 142°.

» Je me propose d'étudier ultérieurement ces dérivés chlorés du carbonate de phényle. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les cholestérines des végétaux inférieurs.* Note de M. E. **Gérard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1544 et t. CXXI, p. 723), j'ai montré que les cholestérines retirées de certains végétaux cryptogamiques étaient bien distinctes de la cholestérine animale et de la phytostérine (cholestérine des végétaux supérieurs) et qu'elles se rapprochaient, par leurs propriétés particulières, de l'ergostérine de M. Tanret; quelques-unes même étaient complètement identiques avec cette dernière. C'est ce qui m'avait conduit à dire que les cholestérines existant dans les végétaux inférieurs appartiennent toutes à un groupe bien spécial : le groupe de l'ergostérine.

» Les végétaux cryptogamiques qui ont été étudiés faisaient partie des Basidiomycètes, des Myxomycètes, des Ascomycètes, des Oomycètes et des Lichens. Dans cette nouvelle Note, je me propose de relater mes observations sur les cholestérines retirées, d'une part, d'une espèce microbienne, le *Staphylocoque blanc*, d'autre part, d'une Algue, le *Fucus crispus*.

» I. *Cholestérine du Staphylocoque blanc*. — Pour pouvoir en retirer même des traces de cholestérine, on a dû faire, pendant des mois entiers, des cultures de Staphylocoque sur bouillon de peptone, en opérant chaque fois sur 1^{lit} du milieu nutritif. Dans les cultures développées, on ajoutait 40^{gr} d'acide chlorhydrique par litre de bouillon, et l'on portait le tout à l'ébullition.

» Suivant l'observation de Nencki [1], par l'action de l'acide et de la chaleur, les microbes se réunissent en gros flocons faciles à séparer par le filtre. Les masses zoogléennes ainsi obtenues sont ensuite lavées à l'eau distillée, essorées, traitées par l'alcool bouillant. Après distillation de l'alcool, le résidu est repris par de l'éther qui abandonne, par évaporation, une matière huileuse à odeur putride très prononcée,

[1] *Journ. für praktische Chemie*, 2e série, t. XX, p. 443.

dans laquelle on a recherché la cholestérine. Pour cela, la matière grasse est saponifiée par de la soude en solution alcoolique; le savon obtenu est dissous dans l'eau, et la liqueur est agitée avec de l'éther. Le résidu de l'évaporation de la couche éthérée est dissous dans l'alcool bouillant. Par refroidissement, il se forme quelques cristaux qui, examinés au microscope, se présentent, comme la cholestérine, en petites lamelles rectangulaires.

» Mais les proportions infinitésimales de ce produit que j'ai pu ainsi préparer ne m'ont pas permis de déterminer ses constantes physiques. Toutefois, je suis arrivé à effectuer sur cette substance les réactions qui permettent de la différencier de la cholestérine animale et de la phytostérine et qui la rapprochent de l'ergostérine de M. Tanret et des cholestérines que j'ai isolées des autres Cryptogames [1]. Voici ces réactions :

» 1° Une parcelle du produit se dissout complètement dans l'acide sulfurique concentré en le colorant en rouge sang, et l'agitation immédiate de cette solution avec le chloroforme *laisse ce dernier incolore*.

» 2° La solution sulfurique étendue d'eau donne un précipité verdâtre et non blanc comme pour les cholestérines ordinaires.

» 3° On ajoute, à une solution de quelques cristaux de cette cholestérine dans le tétrachlorure de carbone, de l'acide sulfurique concentré; on obtient ainsi une coloration rouge sang et le tétrachlorure se sépare avec une belle coloration verte.

» Autre point important qui montre bien que la cholestérine retirée du protoplasma des microbes appartient au groupe de l'ergostérine : elle s'altère à l'air en se colorant comme les cholestérines des organismes inférieurs.

» II. *Cholestérine du* Fucus crispus (Cholestérine d'*Algues*). — 2^{kg} de fucus sont épuisés par de l'alcool bouillant; la liqueur alcoolique est distillée à sec. Le résidu est repris par l'éther; après évaporation on obtient une matière grasse de consistance butyreuse, brun foncé, que l'on saponifie par de la potasse alcoolique. Le savon est dissous dans l'eau et la solution est agitée avec l'éther. La liqueur éthérée, décantée et évaporée, donne quelques cristaux aiguillés nageant dans une matière huileuse très colorée; on soumet le tout à une nouvelle saponification en présence d'un grand excès de potasse, le produit est dissous dans l'eau et la solution, *très alcaline*, est agitée avec du chloroforme. Le résidu provenant de l'évaporation de la liqueur chloroformique est redissous dans l'alcool bouillant. Par refroidissement, il se dépose quelques lamelles cristallines présentant toutes les réactions des cholestérines des Cryptogames et bien différentes de celles que donnent, dans les mêmes conditions, la cholestérine animale ou la phytostérine.

» En résumé, les cholestérines retirées soit des espèces microbiennes, soit des Algues, appartiennent par leurs réactions particulières, aussi bien que par leur facile altérabilité à l'air, au groupe de l'ergostérine comme celles des Basidiomycètes, des Myxomycètes, des Ascomycètes, des Oomycètes et des Lichens que j'ai étudiées dans les Notes antérieures. Dans

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 725.

aucun cas je n'ai pu trouver un produit se rapprochant de la cholestérine animale ou des cholestérines des végétaux supérieurs. »

ZOOLOGIE. — *Étude sur l'anatomie et l'histologie du rectum et des glandes rectales des Orthoptères* (1). Note de M. L. Bordas, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *rectum* des Orthoptères affecte, dans toutes les familles, une disposition typique à peu près uniforme. C'est un organe tantôt ovoïde, tantôt rectangulaire ou fusiforme, à musculature épaisse et portant sur ses parois *six bandelettes* parallèles à l'axe de l'organe, allongées, très apparentes extérieurement et désignées sous le nom de *glandes rectales*. Ces glandes sont constantes dans toutes les familles de l'ordre des Orthoptères et présentent partout une structure et une forme sensiblement identiques, sauf chez les Forficulidæ, où elles sont sphériques et placées suivant deux rangées circulaires alternant d'une rangée à l'autre. Chez les Truxalinæ, elles sont remarquables par leur extrême longueur. Dans toutes les familles, elles sont caractérisées par l'énorme développement de l'assise épithéliale. Celle-ci est constituée par de grosses cellules rectangulaires à volumineux noyau central plurinucléolé. Ces organes ont été décrits pour la première fois, chez l'Abeille, par Swammerdam. Dans la suite, de nombreux auteurs ont étudié ces glandes chez quelques Insectes, et Gegenbaur les regarde comme des rudiments de branchies trachéennes. L'ensemble de notre travail, qui a porté sur une quarantaine d'espèces appartenant aux diverses familles des Orthoptères, nous a conduit à considérer les bourrelets du rectum (*glandes rectales*), de tout point semblables à ceux que nous avons étudiés chez les Hyménoptères (2), comme formés par un ensemble de glandes unicellulaires groupées, intermédiaires, par leur forme, entre les vraies glandes en tube et les surfaces glandulaires planes.

» Chez les Forficulidæ, le rectum présente la forme d'une poche, tantôt ovoïde, tantôt fusiforme, dont la surface est recouverte, à sa partie supérieure et sur ses parois latérales, par de gros faisceaux musculaires servant à faire mouvoir les deux branches de la pince qui termine le corps de l'insecte. Sur les parois de l'organe, on observe

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Marion, à Marseille.

(2) Voir *Appareil glandulaire des Hyménoptères* (*Annales des Sciences naturelles : Zoologie*; 1894).

six masses blanchâtres, presque sphériques, alternes, disposées suivant deux lignes circulaires et rappelant assez bien les glandes homologues des Sphégiens et des Ichneumons.

» Parmi les Phasmidæ le *Phibalosoma pythonius* (Westw.) est pourvu d'un rectum présentant, à son origine, un appareil valvulaire interne tout à fait caractéristique, comprenant six valves. Chacune de ces dernières, de structure musculaire, affecte la forme d'une pyramide triangulaire appliquée, par l'une de ses faces, sur les parois intestinales et présente une base légèrement excavée, tournée vers la région terminale du tube digestif. Ces six valvules, au moment de leur contraction, ferment hermétiquement l'extrémité postérieure de l'intestin et ne laissent, à l'état de repos, qu'une étroite ouverture étoilée.

» Le rectum des Blattidæ et des Mantidæ est un organe ovoïde, pourvu de *six* bandelettes épithéliales, fusiformes et équidistantes, constituant les glandes rectales.

» Les Acridiidæ possèdent un rectum de forme ovalaire et séparé de l'intestin moyen par une valvule annulaire (*Pœcilocerus, Pyrgomorpha*). Ses parois sont épaisses et possèdent *six* larges *glandes rectales,* fusiformes, presque confluentes ou séparées par des sillons parallèles très étroits. Le rectum des *Truxalis* est ovoïde et très allongé comparativement à celui des autres espèces.

» La paroi interne du rectum des Gryllidæ est très irrégulière et présente une série de replis ou bandelettes longitudinales (*glandes rectales*), à bords plissés transversalement et frangés, divisant l'organe en un certain nombre de compartiments communiquant entre eux dans la région centrale.

» Les *glandes rectales* du *Decticus verrucivorus,* vues en coupe transversale, présentent une forme triangulaire et comprennent une assise de grosses cellules rectangulaires, à noyau central sphérique ou légèrement allongé et contenant de nombreux nucléoles très apparents. Les noyaux sont généralement entourés d'une auréole blanchâtre. Le protoplasma présente, vers le bord externe de chaque cellule, une structure réticulée et forme, en avant, une série de striations irrégulières et arborescentes. L'assise cellulaire est recouverte par une membrane ou *intima* chitineuse, généralement mince, peu sinueuse et à faces parallèles. On compte, en moyenne, sur une section transversale, de 40 à 50 cellules entrant dans la constitution d'une glande rectale. Dans les sillons compris entre deux bourrelets glandulaires, la hauteur des cellules diminue brusquement et ces dernières forment alors l'*assise chitinogène.* Dans l'espace angulaire limité, des deux côtés, par l'assise des glandes, on constate, au milieu du tissu conjonctif, un réseau très compact de filaments trachéens de différents diamètres et dont les dernières ramifications pénètrent même jusqu'à la base des cellules. Enfin, l'ensemble de l'organe est enveloppé par une très mince couche de fibres musculaires circulaires et, à l'extérieur, par des muscles longitudinaux, localisés surtout en face des sillons interglandulaires.

» Quant au *rectum*, il présente, en allant de l'intérieur à l'extérieur, les assises suivantes : 1° une membrane ou *intima* chitineuse; 2° une assise cellulaire; 3° du tissu conjonctif et des faisceaux de tubes trachéens; 4° des muscles circulaires, et enfin 5° des faisceaux musculaires longitudinaux et, tout à fait à l'extérieur, une membrane ou tunique péritonéale très mince. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières de réserve de la Ficaire.* Note de M. LECLERC DU SABLON, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La période active de la végétation de la Ficaire (*Ficaria ranunculoides*) s'étend du mois de septembre au mois de mai. Pendant tout l'été, au moins dans le Midi de la France, la plante est réduite à un certain nombre de racines renflées et rattachées à un court rhizome. Au mois de septembre, un ou plusieurs bourgeons se développent et donnent des feuilles dont le limbe vient s'étaler à la surface du sol. Dès la fin de décembre, les boutons de fleurs apparaissent et s'épanouissent successivement jusqu'au mois d'avril. Vers le mois de février, de nouvelles racines renflées se forment et se remplissent de matières nutritives, tandis que les anciennes sont peu à peu digérées et se flétrissent. Au mois de mai, les feuilles se dessèchent, les nouvelles racines ont complètement remplacé les anciennes, la vie de la plante se ralentit.

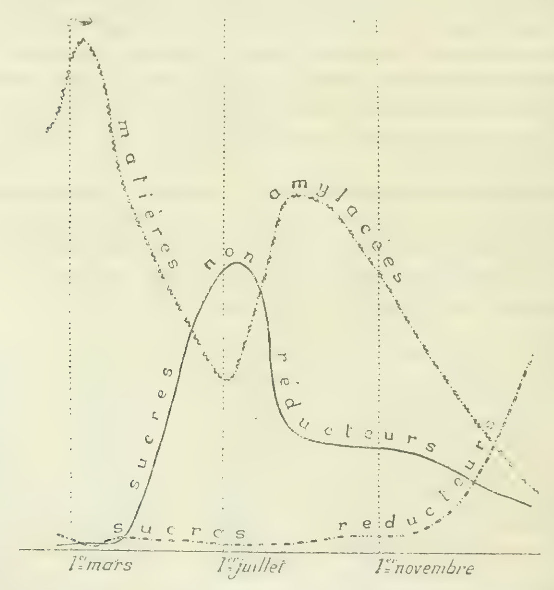
» J'ai étudié les tubercules de Ficaire, à peu près de mois en mois, pendant toute la durée de leur développement, du mois de février d'une année au mois de février de l'année suivante; j'ai dosé séparément : les sucres réducteurs, les sucres non réducteurs, la dextrine et l'amidon. Le Tableau suivant renferme les résultats de ces dosages :

	gr				
22 février	1,034	0,028 (2 %)	0,008 (0,7 %)	0,031 (3 %)	0,542 (52 %)
9 mars......	1,239	0,007 (0,5 %)	0,009 (0,7 %)	0,051 (4 %)	0,781 (63 %)
9 avril......	1,560	0,039 (2 %)	0,025 (1 %)	0,129 (8 %)	0,727 (46 %)
24 mai.......	3,623	0,076 (2 %)	0,780 (21 %)	0,582 (16 %)	0,730 (20 %)
2 juillet.....	3,280	0,054 (1 %)	1,271 (38 %)	0,246 (7 %)	0,549 (16 %)
21 août......	1,458	0,020 (1 %)	0,230 (15 %)	0,250 (17 %)	0,436 (30 %)
2 octobre....	1,695	0,036 (2 %)	0,241 (14 %)	0,363 (21 %)	0,400 (23 %)
9 novembre..	1,676	0,032 (2 %)	0,244 (14 %)	0,250 (14 %)	0,334 (20 %)
18 janvier....	1,902	0,173 (9 %)	0,174 (9 %)	0,185 (9 %)	0,217 (11 %)
23 février	0,228	0,061 (26 %)	0,017 (7 %)	0,011 (4 %)	0,014 (6 %)

» Les tubercules jeunes renferment presque exclusivement de l'amidon; mais, dans le mois d'avril, une partie de cet amidon devient soluble dans l'eau et se transforme en dextrine. Au mois de mai, lorsque la végétation se ralentit, ce changement s'accuse encore plus; l'amidon diminue pendant que la dextrine augmente. Mais la transformation de la matière hydrocarbonée ne s'arrête pas là; la dextrine provenant de l'amidon donne du sucre

non réducteur. Au mois de juillet, lorsque la vie de la plante est le moins active, le sucre non réducteur atteint un maximum et constitue beaucoup plus de la moitié de la réserve totale. A partir du mois d'août, lorsque la végétation active recommence, une transformation inverse se produit et une partie du sucre revient à l'état de dextrine et d'amidon. Puis, la plante vivant aux dépens des réserves accumulées dans ses racines, les matières amylacées, aussi bien que les sucres non réducteurs, sont transformées en glucose qui est assimilé; la proportion de ce dernier composé n'augmente néanmoins d'une façon sensible qu'à partir du mois de décembre.

» Les courbes ci-jointes ne sont que la représentation graphique des



Courbes des substances emmagasinées dans les tubercules, indiquant la variation de leur proportion relative pendant les saisons.

résultats portés au Tableau précédent; l'une (1) montre les variations de la proportion des matières amylacées (dextrine et amidon), l'autre (2) la variation des sucres non réducteurs, et la troisième (3) la variation des sucres réducteurs. Les variations en sens inverse des matières amylacées

et des sucres non réducteurs montrent que ces deux sortes de substances se remplacent comme réserve suivant les phases du développement. Pendant la vie ralentie, la réserve est surtout sucrée; après et avant elle est surtout amylacée.

» *Dans le cours de l'évolution de la plante, l'amidon se transforme donc en dextrine puis en sucre non réducteur dans deux circonstances :* 1° *en mai et juin lorsque la vie se ralentit; alors la transformation s'arrête au sucre non réducteur qui est mis en réserve;* 2° *à partir du mois d'octobre lorsque les réserves sont consommées; mais alors le sucre non réducteur provenant des matières amylacées donne, à son tour, du glucose directement assimilable.*

» Les choses se passent à ce moment comme dans les autres plantes à réserve amylacée. Entre ces deux phases, vers le mois d'août, une transformation inverse se produit et une partie du sucre repasse à l'état d'amidon.

» Je reviendrai, dans un travail plus étendu, sur l'étude des réserves de la Ficaire et de quelques autres plantes; j'ai seulement voulu, dans cette Note, attirer l'attention sur les transformations de la réserve hydrocarbonée pendant la période de vie ralentie. »

GÉOLOGIE. — *Tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzom et d'Aspe* (*Basses-Pyrénées*). Note de **M. J. Seunes**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Entre la plaine sous-pyrénéenne et les hautes montagnes formées de terrains primaires avec lambeaux de Crétacé supérieur s'étend une large et longue région montagneuse de terrains secondaires (Crétacé inférieur, Jurassique et Trias). Dans les points où la succession est normale, le Jurassique, traversé par des pointements d'ophite, supporte la succession suivante :

» 1° Calcaires plus ou moins dolomitiques ou pas, bien lités : *Exogyra, Pecten, Pleuromia, Nerinea,* etc.

» 2° Schistes plus ou moins calcaires, souvent argileux, terreux par décomposition, avec calcschistes et bancs calcaires : *Hoplites Deshayesi, Hoplites* sp., *Douvilleiceras Martini, Belemnites semicanaliculatus, Exogyra aquila, Plicatula placunea, Janira atava, Terebratula sella, Echinospatagus Collegnoi,* etc. (Faune aptienne).

» 3° Calcaires souvent coralliens, formant des crêtes parfois très étendues en longueur et d'épaisseur variable. La partie inférieure est surtout caractérisée par des *Toucasia, Orbitolina;* en quelques points on trouve, au sommet, des Chamacés particuliers.

» 4° Schistes souvent calcaires, avec calcschistes et parfois bancs de calcaires. Les

schistes sont parfois ardoisiers et exploités en divers points. Ils sont très peu fossilifères : *Belemnites minimus* (type), *Belemnites semicanaliculatus* (?), Rhynchonella sulcata, Ammonites (frag. ind.) (Faune albienne).

» Ces derniers schistes présentent parfois des bancs lenticulaires de calcaire corallien. Au nord de la région, ils sont recouverts en concordance par le flysch cénomanien. Ces deux formations présentent, à l'ouest d'Arudy, des filons et des pointements assez importants de porphyrites à amphibole.

» La région montagneuse et secondaire dont nous venons d'indiquer la composition est très plissée; les plis sont parallèles et dirigés suivant l'orientation moyenne de la chaîne; leur nombre varie dans l'étendue de la région. En général, ils sont plus ou moins obliques, penchés vers le sud et plus ou moins dénudés. Plusieurs d'entre eux se transforment en plis-failles sur une partie plus ou moins importante de leur parcours et présentent cette particularité que, sur le flanc nord, la succession des assises est régulière, tandis que, sur le flanc sud, la voûte jurassique dénudée se trouve en contact avec les schistes albiens ou le calcaire à *Toucasia*. Tel est le cas : 1° de l'anticlinal le plus septentrional (Castet, Billières), dont la crête calcaire à *Toucasia* du flanc nord domine la plaine sous-pyrénéenne; 2° de l'anticlinal qui vient immédiatement au sud du précédent (nord de Sarrance). Ces plis disparaissent plus ou moins rapidement et quelquefois momentanément à l'ouest de la vallée de Lourdios sous le recouvrement des bandes synclinales des schistes albiens qui occupent de si grandes surfaces aux environs de Lourdios, Arette, Issor, Aramits, Lanne, Tardets, etc. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la classification phylogénique des Lamellibranches.* Note de M. H. **Douvillé**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les classifications phylogéniques ont pour objet de ranger les êtres suivant leur ordre de succession dans le temps; ce sont les seules classifications vraiment naturelles, puisqu'elles reproduisent un arrangement, qui a réellement existé, tandis que les autres classifications sont toujours plus ou moins des vues de l'esprit. Elles reposent essentiellement sur l'étude des formes fossiles et ne peuvent donc être fondées que sur des caractères qui ne disparaissent pas par la fossilisation.

» De là l'importance de la classification proposée par Neumayr pour les Lamellibranches et qui est basée essentiellement sur la structure de l'appareil cardinal; il distingue ainsi cinq ordres, *Taxodontes*, *Dysodontes*.

Desmodontes, Hétérodontes et *Cryptodontes;* ce dernier, très incomplètement connu, pouvant être laissé provisoirement de côté.

» L'étude de l'appareil cardinal a été reprise par MM. Munier-Chalmas et Bernard; ce dernier a montré en particulier que les Taxodontes et les Dysodontes présentaient un même type de charnière, tandis que, sous ce même point de vue, les Desmodontes ne différaient pas des Hétérodontes; il n'y a donc que deux types, le premier *multidenté* et le second *paucidenté,* dans lequel les lamelles dentaires se réduisent sur chaque valve à deux, en avant et en arrière. Du reste, les dents alternent toujours régulièrement sur les deux valves. En outre, on observe deux bandes crénelées sur la prodissoconque des multidentés.

» Nous avons eu précédemment l'occasion de constater, chez les Pectinides, l'influence considérable du mode d'habitat sur la forme de la coquille; cette même influence se retrouve dans toute la classe des Lamellibranches et peut fournir des caractères importants pour la classification.

» D'après les travaux des naturalistes, le type normal des Lamellibranches correspond à des animaux qui rampent librement sur leur pied ventral à la manière des Gastropodes; dans ce cas, le Mollusque se tient en équilibre sur son pied, et il est nécessaire, pour cela, qu'il soit symétrique par rapport au plan de jonction des valves et que les deux côtés antérieur et postérieur soient de dimensions analogues; le pied est situé à peu près au milieu de la région ventrale; quand l'animal rampe sur un plan horizontal, l'*axe antéro-postérieur est également horizontal;* la coquille est symétrique (orthoconque) et équivalve, subéquilatérale et homomyaire; elle n'est pas baillante puisqu'elle doit garantir complètement l'animal qu'elle recouvre, et les dents cardinales sont bien développées. Ces caractères se retrouvent dans les Taxodontes et dans les Hétérodontes qui représentent les formes normales primitives; ils offrent du reste des variations plus ou moins considérables qui dépendent principalement des modifications que ces animaux éprouvent dans leur faculté locomotrice.

» Ainsi, dans les Taxodontes, nous voyons que les Arcidés se fixent par un byssus sécrété par le pied; la coquille devient alors inéquilatérale par le développement prépondérant du côté postérieur; le pied byssifère se déplace du côté antérieur et sa position est souvent indiquée par une échancrure de la coquille; la charnière devient rectiligne et fréquemment les dents s'allongent parallèlement à la ligne cardinale, ce qui entraîne la diminution de leur nombre. L'animal vient-il à recouvrer sa motilité (*Pectunculus*), la coquille redevient équilatérale.

» Ces modifications deviennent bien plus profondes dans les Dysodontes; le byssus prend une importance de plus en plus grande et se déplace progressivement vers le côté antérieur amenant l'atrophie progressive du muscle antérieur; l'animal devient essentiellement *anisomyaire*. Tantôt il reste symétrique comme dans les Mytilidés, tantôt il se couche sur le côté, et toujours sur le côté droit, et, le déplacement du byssus continuant toujours, le muscle antérieur disparaît complètement; la coquille devient d'abord *pleuroconque*, puis *monomyaire*. En même temps l'appareil cardinal diminue beaucoup d'importance et se réduit à un petit nombre de lamelles, ou même disparaît complètement.

» Mais l'animal peut aussi perdre sa motilité en s'enfonçant dans la vase et en vivant dans un trou à la manière des Pholades. Dans ce cas, l'animal est encore symétrique et orthoconque, mais son axe antéro-postérieur devient *vertical* : la coquille, qui est moins nécessaire pour protéger l'animal, devient baillante, et comme elle n'a plus besoin de s'ouvrir ni de se fermer, l'appareil cardinal s'atrophie plus ou moins; c'est le cas de la plupart des Desmodontes anciens (Pholadomyes, Pleuromyes). Mais, à une époque plus récente, certains de ces animaux recouvrent progressivement leur motilité et l'appareil cardinal reprend son importance; il se réduit d'abord à la partie centrale des lamelles dans les Solénidés, à laquelle s'ajoutent ensuite les dents latérales, lorsque l'animal est redevenu libre et la coquille non baillante, comme dans les Mactres.

» Les Desmodontes forment ainsi un groupe naturel dérivé primitivement des Hétérodontes et s'en écartant beaucoup dans les temps anciens, mais convergeant de nouveau vers ce type aux époques plus récentes.

» Les Hétérodontes, qui représentent le type normal paucidenté, paraissent presque aussi anciens que les Taxodontes; il est cependant probable qu'ils en dérivent par la diminution du nombre des lamelles suivant un processus analogue à celui que l'on suit chez les Dysodontes; quant à la disparition des bandes crénelées, on ne pourrait guère l'expliquer que par une accélération dans le développement embryonnaire.

» Les Hétérodontes se fixent fréquemment d'une manière intermittente par un byssus; quand ce byssus se développe, nous retrouvons les modifications signalées plus haut; dans les *Byssocardium* éocènes et dans les Tridacnes, la coquille présente une large échancrure byssale, le pied s'est déplacé vers le côté *antérieur*, amenant ainsi l'atrophie du muscle antérieur. Une modification analogue, mais plus ancienne, correspond aux Congéries, qui reproduisent exactement la forme des Mytilidés.

» Les Hétérodontes peuvent aussi se fixer aux rochers; ils deviennent alors *pleuroconques,* c'est le cas des Rudistes.

» En résumé, je considère les Taxodontes comme représentant la souche normale primitive de laquelle sont dérivés presque aussitôt les Hétérodontes par simplification de la charnière et accélération du mode de développement; les Dysodontes sont des Taxodontes progressivement modifiés par leur fixation byssale, tandis que les Desmodontes sont des Hétérodontes originairement transformés par leur emprisonnement dans la cavité qu'ils se sont creusée. »

PHYSIOLOGIE. — *De la visibilité des rayons X par certains jeunes aveugles.* Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. Marey.

« A l'Institution des jeunes aveugles, 240 élèves ont été examinés par moi, avec le concours de M. Ducretet (les diagnostics avaient été faits par M. le Dr Landolt).

» On a évité les illusions d'optique, si fréquentes chez les aveugles dont l'attention est attirée sur un point, en employant une bobine de 25^{cm} d'étincelle, avec interrupteur Ducretet à moteur séparé; de sorte que, ce moteur marchant toujours et produisant un bruit uniforme, on pouvait interrompre à volonté la production des rayons X. On n'a retenu que les aveugles suivant bien les variations d'apparition ou de cessation des rayons X.

» On a isolé ceux-ci en enveloppant d'un épais voile noir le tube de Crookes; ce qui a constitué une première série d'expériences d'autant plus intéressantes que l'œil physiologique normal ne perçoit pas les rayons X et que, seule, la plaque photographique se voile par l'action de ces rayons obscurs. On a opéré également avec le tube de Crookes voilé, avec, en face de lui, l'écran au platinocyanure de baryum, pour étudier la visibilité des rayons fluorescents. Dans la troisième série de recherches, le tube de Crookes à découvert était très lumineux, grâce à sa lumière cathodique caractéristique.

» Voici les résultats : sur ces 240 élèves, 36 sont presque des voyants normaux, moniteurs ou employés, et ont été éliminés. Restent 204 qui, placés dans l'obscurité en présence du tube de Crookes enveloppé d'un voile noir, ont fourni neuf sujets, cinq filles et quatre garçons, percevant les rayons X.

» Une jeune fille de 18 ans, atteinte aux deux yeux d'un grand collobome de l'iris et à l'œil gauche d'une cataracte congénitale et de l'atrophie du nerf optique, voyant un peu à l'état normal, a perçu les rayons X, les rayons cathodiques et les rayons fluorescents.

» Une autre, de 14 ans et demi, un peu voyante, atteinte aux deux yeux d'atrophie du globe, voit les rayons X, cathodiques et fluorescents.

» Une troisième, de 16 ans et demi, ayant à peine la sensation de la lumière, à leucome adhérent des deux yeux, voit les rayons X et cathodiques, et pas les fluorescents.

» Une quatrième, de 18 ans, absolument aveugle, atteinte à l'œil gauche d'atrophie partielle du globe, d'iridectomie, de cataracte probablement traumatique, d'iritis et, à l'œil droit, de bouphtalmos, de leucome adhérent au côté interne et inférieur, d'amaurose, voit les rayons X, mieux les rayons cathodiques, et pas du tout les rayons fluorescents.

» Une cinquième de 23 ans, de vue bonne, monitrice, voit les rayons X et cathodiques « rouges comme le soleil », dit-elle.

» Les garçons ont été moins intéressants, quoique plus nombreux. *Trois* seulement ont perçu les rayons X ou accusé de la lumière : le premier, 13 ans, présente de l'arrêt de développement et voit très peu normalement (sur huit enfants de cette famille à père et mère consanguins, les quatre de rang pair sont aveugles; sa sœur, également à l'Institution et qui présente de l'atrophie des globes, surtout à droite, ne voit que les rayons cathodiques et fluorescents, seulement de l'œil gauche), il perçoit les rayons X, cathodiques et fluorescents de la façon la plus nette.

» Un deuxième, du même âge, ophtalmie purulente, voit également à peine la lumière; il perçoit les rayons X, cathodiques et fluorescents.

» Un troisième, 15 ans et demi, à la suite de la même affection, est également presque totalement aveugle, il perçoit les rayons X et très peu les autres rayons.

» Un quatrième, atteint de cataracte congénitale, âgé de 20 ans, presque voyant, perçoit les trois groupes de rayons qui nous occupent.

» Deux aveugles presque complets : un garçon de 15 ans atteint d'ophtalmie, une jeune fille de 21 ans ayant à gauche de l'atrophie du globe et de la cyclite, à droite de l'iridocyclite avec cataracte calcaire, ont accusé de la douleur dans les yeux lors de la mise en marche du tube de Crookes; cette douleur a continué pendant toute la durée de l'expérience pour la jeune fille, et a cessé de suite pour le garçon.

» 81 aveugles (64 garçons et 17 filles) avec atrophie du globe ou du nerf optique, arrêt de développement, ne perçoivent absolument rien, ni la lumière normale, ni celle des tubes de Crookes.

» Pour les autres, voyant plus ou moins bien la lumière, les rayons cathodiques et les rayons fluorescents ont été perçus, mais les premiers mieux que les seconds.

» Contrairement à ce qui a été affirmé par des observateurs ayant opéré sur des cas restreints (deux ou trois aveugles) et en des conditions mal définies, les aveugles complets et par lésion centrale n'ont rien perçu. Seuls, des aveugles par lésion périphérique, et ayant une très vague perception de

la lumière, ont figuré dans les neuf sujets percevant les rayons X, alors que d'autres, plus voyants, n'en ont pas eu la notion.

» Il est d'ailleurs impossible de tirer des conclusions définitives de ce travail, malgré le grand nombre d'aveugles observés; il paraît, cependant, résulter que la rétine peut acquérir, dans certains cas de cécité, une hyperacuité comparable à la sensibilité de la plaque photographique qu'impressionnent les rayons X. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Applications de la Radiographie à l'étude des malformations digitales.* Note de MM. **Albert Londe** et **Henry Meige**, présentée par M. Marey.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un certain nombre de radiographies de malformations congénitales des doigts. La nouvelle méthode permet de noter toutes les particularités de nombre, de siège, de forme et de structure des segments osseux normaux et anormaux.

» Elle donne des renseignements précis au chirurgien qui pourra décider, en connaissance de cause, de l'opportunité de son intervention.

» En collectionnant les documents de ce genre, on arrivera peut-être un jour à apporter un peu de lumière sur les lois qui président à l'apparition de ces anomalies.

» Les sujets dont les observations suivent ont été radiographiés dans le laboratoire photographique de la Salpêtrière (service de M. le professeur Raymond).

Planche I (1). — Polydactylie.

» Homme, 31 ans, *sexdigitaire complet. Auriculaire surnuméraire aux deux mains et aux deux pieds.*

» *Aux mains,* le doigt surnuméraire est situé sur le bord cubital de la main, prolongeant la série des doigts normaux. Il est pourvu de trois phalanges; la phalangine, très courte, est soudée à la phalange.

» *A droite,* le doigt surnuméraire est articulé sur l'extrémité inférieure du cinquième métacarpien qui présente à cet effet une double tête articulaire.

» *A gauche,* le doigt surnuméraire s'articule sur une tubérosité que présente le cinquième métacarpien en son milieu, sur le bord externe.

(1) L'observation détaillée de ce cas a été publiée *in extenso :* A. Londe et Henry Meige, *Radiographies d'un sexdigitaire* (*Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière,* Fasc. I; janvier-février 1897).

» Ces deux métacarpiens sont notablement plus gros que leurs voisins et semblent formés par la soudure de deux os accolés.

» *Aux pieds,* le sixième doigt, à gauche comme à droite, prolonge sur le bord externe la série des orteils normaux et s'articule par une facette articulaire spéciale sur la tête du cinquième métatarsien, qui est également plus volumineux que ses congénères.

PLANCHE II ([1]). — POLYDACTYLIE.

» Homme, 23 ans, *sexdigitaire complet. Auriculaire surnuméraire aux deux mains et aux deux pieds.*

» La *main gauche* a été opérée de son sixième doigt, pendant la jeunesse.

» La *main droite* présente un auriculaire supplémentaire, pourvu seulement de deux phalanges, et s'articulant par une tubérosité développée sur l'extrémité inférieure du cinquième métacarpien, du côté cubital; ce dernier os est de volume plus gros que dans la normale.

» Le *pied droit* est pourvu d'un cinquième orteil supplémentaire, pourvu de deux articles osseux, et s'articulant du côté externe sur la tête du cinquième métatarsien notablement augmenté de volume.

» Au *pied gauche,* le cinquième orteil surnuméraire s'articule sur une tubérosité développée sur le côté externe du cinquième métatarsien. En outre, tous les orteils sont déviés vers le bord externe du pied, rappelant ainsi la déformation décrite à la main sous le nom de *doigts en coup de vent.*

PLANCHE III ([1]). — POLYDACTYLIE.

» Femme, *sexdigitaire. Annulaire surnuméraire aux deux mains et aux deux pieds.*

» *Main gauche.* — Un annulaire supplémentaire est situé entre le quatrième et le cinquième doigt. Il est pourvu de trois articles osseux, grêles et d'un tissu peu compact; la phalangine est soudée à la phalange.

» Entre le quatrième et le cinquième métacarpien on distingue la tête d'un quatrième métacarpien adventice. L'auriculaire normal est en outre pourvu, sur le côté externe, d'un rudiment de doigt charnu, pourvu d'un rudiment d'ongle, mais ne contenant aucune pièce osseuse.

» *Main droite.* — Disposition toute différente : les deux annulaires, le normal et l'anormal, sont soudés vers leur attache métacarpienne. Les deux phalanges s'écartent en formant un V très ouvert; les phalanges et les phalangines se rapprochent de façon à constituer une sorte de *pince.*

» Une masse osseuse peu épaisse représente un rudiment de tête métacarpienne adventice.

» *Pied gauche.* — Un quatrième orteil surnuméraire et un vestige de quatrième métatarsien affectent une disposition analogue à celle qu'on observe sur la main gauche.

([1]) Observation de A. Londe et Henry Meige.

PLANCHE IV ([1]). — ECTRODACTYLIE ET SYNDACTYLIE.

» *Absence congénitale de deux doigts à chaque main* (*annulaire et auriculaire*). — *Syndactylie des doigts index et médius.* — *Syndactylie partielle des deuxième et troisième orteils.*

» *Main gauche.* — Les trois phalanges et les métacarpiens de l'index et du médius sont visibles. Les deux phalangettes sont soudées.

» *Main droite.* — Même disposition, sauf la soudure des phalangettes. En outre, on distingue entre les dernières une troisième phalangette et, au-dessus, deux masses osseuses mal développées, représentant le squelette d'un troisième doigt rudimentaire.

» *Aux pieds.* — Les phalanges des deuxième et troisième orteils sont indépendantes quant à leur squelette, mais reliées par les parties molles.

PLANCHE V.

» A. *Ectrodactylie* ([2]) réalisant la disposition dite en *pinces de homard.*

» Absence complète des deuxième, troisième et quatrième métacarpiens et des doigts correspondants.

» Rudiment de pouce et d'auriculaire.

» B. *Macrodactylie* ([3]) du médius et de l'index de la main gauche.

» C et D. *Syndactylie* ([4]) des doigts médius, index et annulaire à chaque main.

» Ectrodactylie partielle; absence de phalangines.

» Vices de développement multiples des doigts. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Application de la radiographie à l'étude d'un cas de myxœdème* (*développement du système osseux sous l'influence du traitement thyroïdien*) ([5]). Note de MM. **GEORGES GASNE** et **ALBERT LONDE**, présentée par M. Marey.

« Les radiographies que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie montrent l'état du squelette dans un cas de myxœdème infantile et

---

([1]) Observation de F. Raymond et P. Janet. — *Malformation des mains en « pinces de homard » chez une épileptique.* (*Nouv. Iconographie de la Salpêtrière*, t. X; N° 6; 1897).

([2]) Observation de A. Londe et Henry Meige. Inédite.

([3]) Observation de R. Cestan. — In *Nouv. Iconographie de la Salpêtrière;* N° 6; 1897.

([4]) Observation de A. Londe et Henry Meige. Inédite.

([5]) Travail de la clinique des maladies du système nerveux, service de M. le professeur Raymond.

les modifications que le traitement thyroïdien a manifestement provoquées dans le développement du système osseux.

» Entré à la Salpêtrière dans le service de M. le professeur Raymond, le 2 juin 1897, ce malade présentait au grand complet tous les signes classiques du myxœdème. Il faut dire que les premières manifestations de cette maladie n'ont apparu qu'à l'âge de 4 ans, que la constitution et la taille étaient normales à la naissance et que le développement a été suffisant pendant les trois premières années. Actuellement O... a 19 ans et n'a que $1^{m},03$ de hauteur; ses os paraissent du reste assez bien proportionnés, malgré ses jambes cagneuses et ses pieds bots.

» Nous avons radiographié le thorax et les épaules, les coudes et les avant-bras, les poignets, les mains, les genoux, les jambes et les pieds. La persistance des cartilages de conjugaison et surtout l'absence de toute trace d'ossification dans la plupart des épiphyses permettent de rapprocher le squelette de notre malade de celui d'un enfant de 2 ans et demi. En prenant la main comme exemple on voit que, des os du carpe, seuls le pyramidal, le grand os et l'os crochu sont visibles, qu'on devine à peine les points complémentaires de l'extrémité inférieure des métacarpiens, qu'on ne voit aucune trace de ceux des phalanges, des phalangines ou des phalangettes, sauf aux phalangettes du médius et de l'annulaire où ils commencent à apparaître.

» Le traitement a consisté dans l'administration de corps thyroïde de mouton en nature : du 17 juin au 27 octobre le malade a absorbé 61 lobes. Sans parler des modifications profondes des autres symptômes, nous constatons, du côté du squelette, d'abord l'augmentation de la taille (4^{cm}), puis des progrès considérables de l'ossification. Un petit disque osseux parfaitement net représente le point complémentaire des deux phalanges du pouce et de son métacarpien qui se comporte comme une phalange, ceux des trois phalanges de chacun des autres doigts; les quatre derniers métacarpiens sont surmontés d'un noyau globuleux de nouvelle formation; le carpe s'est développé et le trapèze ainsi que le trapézoïde se distinguent nettement. Partout, au poignet, au coude, à l'épaule, au genou où la rotule est enfin visible, au cou-de-pied, au pied, on assiste à l'apparition de noyaux nouveaux, ou au développement et parfois à la soudure des épiphyses qui avaient commencé déjà à s'ossifier avant le traitement. Cette soudure est loin d'être réalisée partout et il est certain que nous pourrons encore constater des modifications du squelette et de la taille chez ce malade. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Paralysie expérimentale sous l'influence des venins. — Altérations de la moelle (poliomyélite) et des nerfs (névrite).* Note de MM. **Charrin** et **Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que des accidents nerveux variés, troubles moteurs, sensitifs, réflexes, etc., se développent parfois à la suite des piqûres ou morsures de certaines espèces de vipères ou de serpents. — Grâce à une série de recherches, poursuivies avec la collaboration de M. Phisalix, nous avons pu, en premier lieu, observer ces accidents chez l'animal et, en second lieu, découvrir à quelles lésions correspondent ces désordres.

» Le 4 novembre 1897, on injecte à un lapin de l'extrait de sangsue, le produit de cinq têtes; puis, quelques jours après, on introduit sous sa peau 1^{mgr} de venin.

» Ce lapin, vacciné contre l'action coagulante de ce venin sous l'influence de l'extrait de sangsue (¹), résiste à ce poison. Néanmoins, cette immunisation n'étant pas absolue, on voit survenir un amaigrissement marqué, qui cependant cesse assez promptement. L'animal paraissait aller assez bien, lorsque, vers la fin de décembre, se sont développés des accidents progressifs caractérisés par de la faiblesse, par de l'atrophie musculaire. — Le 22 janvier 1898, l'évolution de ces accidents permettait de constater l'existence d'une paraplégie spasmodique, avec retards dans la sensibilité, dans les réactions réflexes; il existait aussi des troubles trophiques, une parésie prononcée des membres antérieurs. — Bientôt les muscles du thorax ont cessé de fontionner; l'asphyxie a déterminé la mort.

» L'examen histologique de l'appareil nerveux a permis de déceler les causes de ces accidents.

» Les nerfs, surtout ceux des membres antérieurs, sont atteints d'une névrite parenchymateuse prononcée; la myéline est segmentée, réduite en boules plus ou moins grosses.

» Les coupes de la moelle, traitées au picro-carmin, à l'hématoxyline, à la méthode de Pal, révèlent une congestion intense. — La technique de Nissl, l'hématoxyline de Delafilde font découvrir des lésions cellulaires plus ou moins marquées suivant les régions, légères dans la zone cervicale, moyennes dans la partie dorsale, considérables dans le segment lombaire, plus encore au niveau de la terminaison.

(¹) C'est M. Phisalix qui a préparé pour ainsi dire cet animal; c'est, du reste, à cet auteur qu'on doit les notions relatives aux procédés de vaccination partielle ou totale contre les venins, comme on lui doit, au sujet de ces venins, une foule d'autres notions.

» Dans le haut, on observe un protoplasma plus granuleux qu'à l'état normal; les cellules offrent quelques déformations. — En descendant d'étage en étage, ces granulations, aussi bien que ces déformations, augmentent; les noyaux deviennent indistincts; les prolongements cellulaires sont plus grêles. — Dans les territoires lombaire et sacré, les éléments chromatophiles disparaissent; des vacuoles se montrent de plus en plus nombreuses en se rapprochant de l'extrémité inférieure; on distingue difficilement les masses nucléaires; les expansions sont tordues, filiformes; la congestion est excessive; la prolifération est manifeste, surtout au niveau du groupe antéro-interne, vers la partie de la substance moyenne grise; en ce point, les cellules embryonnaires sont assez nombreuses.

» L'examen des centres supérieurs, de la protubérance, du bulbe, etc., révèle aussi quelques altérations.

» En somme, on constate l'existence d'une poliomyélite lombo-sacrée associée à des névrites prédominantes dans les membres antérieurs; les lésions centrales paraissent tenir, de préférence, sous leur dépendance, les troubles morbides des pattes postérieures; les lésions périphériques sont plutôt en rapport avec les désordres moteurs de ces membres antérieurs.

» Cette coexistence d'altérations centrales et périphériques, indépendantes les unes des autres, nous paraît de première importance pour la solution de certains problèmes de neuro-pathologie. — De plus, ces résultats donnent la clef des phénomènes nerveux observés. — En outre, ils montrent que les venins, comme les toxines, engendrent et ces phénomènes nerveux et des lésions de la moelle ou des nerfs; or l'un de nous a montré depuis longtemps que les poisons microbiens sont capables de faire naître des désordres relevant du névraxe. Ainsi se poursuit, à un nouveau point de vue, le parallèle établi à tant d'autres égards entre ces toxines et ces venins. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les éruptions du Vésuve.* Note de M. **E. Semmola**, présentée par M. Mascart.

« Les diverses phases d'activité du Vésuve pendant la période éruptive actuelle, commencée le 3 juillet 1895 et qui continue encore, ont été étudiées dans le but de savoir s'il existe une relation quelconque entre les jours où les coulées de lave ont été en augmentation ou en diminution et les dates des phases lunaires relatives aux mêmes époques.

» Depuis juillet 1895 jusqu'à juillet 1897, il y a eu 265 jours où les coulées de lave ont été en augmentation ou en diminution. Dans la même période de temps, s'accomplirent 103 phases lunaires; donc, en 162 jours, l'activité du Vésuve s'est produite sans aucune relation avec l'âge de la Lune. Les intervalles de temps entre deux variations successives dans l'activité du volcan sont excessivement variables, quelquefois de la durée de quelques heures et quelquefois de plusieurs jours, et même de plusieurs semaines, en opposition avec ce qui arrive pour les phases lunaires.

» Enfin, de l'examen de l'état du volcan aux époques des phases lunaires il résulte que les jours de la nouvelle ou de la pleine Lune ont été 22 fois en augmentation, 13 fois en diminution, et 17 fois l'activité du volcan est restée stationnaire. Pour les jours de premier et de dernier quartier de la Lune, 21 fois les laves ont été en augmentation, 12 fois en diminution, et 18 fois sans variations.

» Les faits observés pendant deux années ne confirment donc pas l'hypothèse, émise par quelques savants, que l'attraction luni-solaire doit agir sur les masses ignées fluides souterraines comme sur les eaux de la mer, auquel cas la période de la plus forte activité volcanique devrait se produire pendant les phases de nouvelle ou de pleine Lune, et la plus faible pendant les phases de premier et de dernier quartier. »

M. le **Directeur des Services de la Compagnie des Messageries maritimes** transmet à l'Académie un extrait d'un Rapport de M. le lieutenant de vaisseau *Bourdon*, commandant le *Yang-Tsé*.

« .... La traversée de la mer Rouge fut marquée par la capture bien inattendue d'un énorme poisson qui se fit prendre par l'étrave du navire et qui, tenu en travers, opposait une telle résistance à la marche que la diminution de vitesse fut presque immédiatement remarquée. On travailla à le dégager et nous tentâmes de l'embarquer après l'avoir élingué; mais son poids était tellement considérable qu'à peine hors de l'eau il occasionna la rupture de la chaîne du treuil. Nous dûmes le suspendre à l'avant du navire au moyen d'une amarre. A Djibouti, l'animal fut remis à un médecin naturaliste qui reconnut un Lamantin de l'espèce appelée *Dugong*, espèce que l'on considérait comme disparue depuis un siècle.... »

M. S. Kantor adresse une réclamation de priorité à l'occasion de plusieurs Notes de M. *Paul Serret*, insérées dans les *Comptes rendus*, pendant le second semestre de 1897 et relatives à l'hypocycloïde à trois rebroussements :

« Mon Mémoire est inséré dans les *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften Wien*, Band 78, Jahrgang 1878, p. 204 à 233. Un extrait a paru en 1879 dans le *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, de MM. Darboux et Houël.

» Le but principal des quatre Notes de M. Serret était d'établir pour le 5-6-7-latère circonscrit à l'hypocycloïde à trois rebroussements des propriétés caractéristiques.

» A la page 215 de mon Mémoire se trouve son théorème sur le 5-latère; à la page 225, son théorème sur le 6-latère; à la page 226, la propriété du 7-latère.

» Mon Mémoire m'a été inspiré par la lecture du travail de Auguste Miquel, inséré dans le *Journal de Liouville;* ma méthode me permet d'énoncer pour le 9-...*n*-latère, où *n* est quelconque, les propriétés caractéristiques analogues à celles qui se rapportent au 5-6-7-8-latère. La méthode de M. Serret s'y prêterait peut-être moins facilement. »

M. Chapel adresse une Note ayant pour titre : « Relations harmoniques des planètes supérieures ».

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mars 1898.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Février 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Les gaz de l'atmosphère. Histoire de leur découverte, par William Ramsay, de la Société royale de Londres, Correspondant de l'Institut de France. Traduit de l'anglais par Georges Charpy, Docteur ès Sciences. Paris, G. Carré et C. Naud, éditeurs, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

La Mathématique. Philosophie, Enseignement, par C.-A. Laisant, Répétiteur à l'École Polytechnique, Docteur ès Sciences. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Précis élémentaire de la théorie des fonctions elliptiques avec Tables numériques et applications, par Lucien Levy, Examinateur d'admission et Répétiteur d'Analyse à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Climatologie de la région de Paris, par Joseph Jaubert, Chef du Service physique et météorologique de l'observatoire municipal de Montsouris et annexe Tour Saint-Jacques. Paris, Baudry et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Mélanges géologiques, par G. Dewalque, Docteur en Médecine et en Sciences naturelles, etc. Septième série. Bruxelles et Liége, 1890-1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 5. 15 mars 1898. Directeur : Louis Olivier, Docteur ès Sciences. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Musée botanique de Leide. Livr. 4-8. Leide; 8 fasc. in-4°.

Il Sole e l'Universo, appunti di Astronomia e Geologia di Girolamo Marzocchi. Bologna, 1898; 1 vol. in-8°.

———

ERRATA.

(Séance du 21 mars 1898.)

Note de M. *A. Chauveau,* De l'importance du sucre considéré comme aliment, etc. :

Page 801, ligne 24, *au lieu de* tout élément, *lisez* tout aliment de cette nature.

Note de M. *G. Vincent,* Sur la conductibilité électrique des lames minces d'argent, etc. :

Pages 820 et suivantes, *changez partout* μ (microns) *en* μμ (millionièmes de millimètre), *sauf* en un seul endroit, page 822, ligne 11 en remontant.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Étude préliminaire d'une méthode de dosage de l'oxyde de carbone dilué d'air;* par M. **Armand Gautier**.

« Le dosage de l'oxyde de carbone dans l'air des villes populeuses, telles que Paris ou Londres, aurait la plus grande importance au point de vue de l'hygiène urbaine et de la pathogénie de certaines affections. On connaît l'extrême toxicité de ce gaz, même très dilué, et nul doute que, dans certaines conditions, il ne se rencontre en proportions nuisibles dans l'air des quartiers où la population est la plus dense, les foyers les plus nombreux, l'industrie la plus active. A certaines heures, surtout dans les saisons froides, des torrents de gaz issus des combustions de toute sorte viennent s'abattre sur nos maisons et l'on sait que, pour 100 volumes d'acide carbo-

nique, ils contiennent généralement de 6 à 7 volumes d'oxyde de carbone. Peut-on retrouver et doser ce dernier gaz lorsqu'il est mélangé à dix mille, à cent mille fois son volume d'air? Je pense pouvoir répondre affirmativement à cette question ([1]).

» J'ai fondé la méthode dont je vais étudier les éléments essentiels sur l'observation déjà ancienne (1870) faite par M. Ditte que l'oxyde de carbone pur décompose à chaud l'anhydride iodique en en déplaçant l'iode et se transformant en acide carbonique. J'ai observé que cette réaction commence avant 30°, qu'elle est active à 40° ou 45° et complète à 60° ou 65° et cela *quelle que soit la dilution de cet oxyde de carbone dans l'azote ou dans l'air.*

» Dans tous les cas, la réaction se passe entièrement suivant l'équation : $5CO + I^2O^5 = 5CO^2 + I^2$. En effet, pour un volume d'oxyde de carbone, il se dégage toujours à 60°-70° un volume égal de CO^2, et pour chaque centimètre cube d'oxyde de carbone oxydé, calculé sec à 0° et 760^{mm}, il se fait, quelle que soit la dilution, $0^{gr},00227$ d'iode.

» De là (en dehors du cas que nous examinerons plus loin du mélange de CO^2 à d'autres gaz oxydables) un moyen de doser l'oxyde de carbone dilué d'air, soit qu'on mesure l'acide carbonique produit par son passage sur l'anhydride iodique, soit qu'on pèse, ou apprécie tout autrement l'iode ainsi mis en liberté.

» Il reste à établir ce point fondamental que, contrairement à ce qui se passe dans beaucoup de réactions, l'oxyde de carbone mélangé d'air réagit sur l'anhydride iodique suivant l'équation ci-dessus, quelle que soit sa dilution et jusqu'à sa plus infime parcelle.

» Pour m'en rendre compte, j'ai essayé d'une part de peser l'iode retenu en chaque cas par une petite colonne de cuivre réduit pulvérulent ou de poudre d'argent ([2]), de l'autre de doser l'acide carbonique formé. Je me servais d'abord de liqueurs titrées. Mais quand il s'agit de quelques centimètres cubes ou fractions de centimètre cube de gaz carbonique, les titrages en présence des indicateurs colorants sont passibles d'un degré d'incertitude de l'ordre de la grandeur à déterminer. Je me suis donc décidé à recourir au titrage en volumes, susceptible d'une grande précision.

([1]) Voir les deux Notes déjà parues à ce sujet p. 793 et 871 de ce Volume.

([2]) Je reviendrai sur cette variante de la méthode à propos de mes essais de dosage de l'oxyde de carbone dans l'air de Paris.

» J'ai suivi la méthode que MM. Müntz et Aubin ont employée pour doser l'acide carbonique de l'air atmosphérique ([1]), méthode très sûre que je rappelle en quelques mots : L'air où doit être dosé CO^2 est reçu dans un tube de verre de $0^m,020$ de diamètre effilé à ses deux bouts et maintenu presque horizontal, de $0^m,80$ de long, rempli de perles de verre mouillées d'un volume connu de potasse caustique décarbonatée par digestion avec l'hydrate de baryte ([2]). Quand l'acide carbonique formé a été tout entier emmagasiné dans ce tube, on le scelle aux deux bouts, on adapte l'extrémité postérieure à une tubulure trempant dans l'acide sulfurique étendu, l'antérieure à un petit ballon où l'on peut faire le vide au moyen d'une trompe de Sprengel. On casse la pointe antérieure et l'on extrait et rejette tout l'air du tube. On le porte alors à 100° et, cassant la pointe postérieure, on y laisse pénétrer l'acide sulfurique étendu, il chasse devant lui tout l'acide carbonique qu'on extrait et recueille. En mesurant sur le mercure, avec les précautions classiques, le volume obtenu, puis le volume d'air résiduel après que le gaz CO^2 a été absorbé par un crayon de potasse caustique humide, on a, par différence, le volume de l'acide carbonique ([3]). Telle est la méthode : elle permet de déterminer, à moins de $\frac{1}{2}$ dixième de centimètre cube près, le volume de CO^2 produit ([4]).

» Dans nos essais, l'oxyde de carbone à doser était d'abord mélangé à l'air en proportion connue dans un flacon jaugé, à 15°, de $10^{lit},630^{cc}$. On y faisait plusieurs fois le vide, en laissant chaque fois rentrer l'air sec et bien privé d'acide carbonique. Ce flacon était muni d'un bouchon mastiqué portant trois tubulures : l'une portait un tube manométrique plongeant dans le mercure ; la seconde permettait l'introduction du gaz oxyde de carbone et de l'air ; la troisième était destinée à la sortie du mélange gazeux que l'on aspirait à travers les tubes où devaient se produire la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique et l'absorption de ce dernier gaz dans le tube de Müntz.

([1]) *Annales de l'Institut agronomique*, Suppl. au n° 7 (1881-1882). Paris, 1883.

([2]) Cette digestion doit être prolongée quelques jours ; la potasse, même transvasée à l'abri de CO^2 de l'air, contient encore une trace de CO^2 (environ $0^{cc},9$ à $1^{cc},2$ par 50^{cc}) dû à une faible solubilité du carbonate barytique dans la solution alcaline.

([3]) Il doit être corrigé du volume, préalablement déterminé, de CO^2 présent au début dans les 50^{cc} de potasse caustique de chaque tube.

([4]) Un demi-dixième de centimètre cube d'acide carbonique pèse $0^{gr},000098$; quantité inappréciable à la balance et moins encore par les liqueurs titrées.

» Le gaz oxyde de carbone pur, très exactement mesuré dans des ampoules de verre préalablement pesées vides, puis pleines de mercure, était introduit dans une cloche spéciale placée sur le mercure et terminée à sa partie supérieure par un tube coudé à robinet. On cassait les deux bouts effilés de l'ampoule. Son oxyde de carbone montait dans la cloche en déplaçant le mercure; il ne restait plus qu'à réunir par un caoutchouc à vide la tubulure de la cloche à celle du flacon de 10 litres préalablement vidé d'air. En ouvrant la communication, l'oxyde de carbone était aspiré; on finissait ensuite de remplir le flacon en laissant rentrer l'air entièrement exempt d'acide carbonique. Après seize à vingt heures, on notait la pression et la température, et l'on aspirait lentement l'air du flacon (¹). Il traversait: 1° un tube à potasse destiné à arrêter les dernières traces de CO^2 préexistant; 2° un tube à SO^4H^2; 3° un petit serpentin rempli d'amiante garnie d'anhydride iodique, maintenu à 65°-70° dans un bain et suivi d'un petit tube rempli de cuivre pulvérulent, destiné à arrêter et peser l'iode déplacé ; 4° un tube de Müntz à potasse caustique, d'où, à la fin de l'expérience, on extrayait, comme il est dit plus haut, l'acide carbonique formé. Voici un exemple des calculs pour une expérience :

Exemple d'analyse d'air mêlé d'oxyde de carbone (Mélange au $\frac{1}{1000}$ environ).

A. — *Mesure du volume de* CO *introduit.*

Données.	Résultats.
Poids du mercure remplissant l'ampoule de verre à 14°................ $p = 146^{gr},86$	D'où : vol. de l'ampoule $\frac{146,86}{13,566} = 10^{cc},82$. (13,566 = densité du mercure à 14°.)
Le CO a été introduit à 14° et à 765^{mm}. (La pression barométrique est ici réduite à 0°.)	D'où : volume de CO (à 0° et 760^{mm}) $\frac{10,82}{1+0,00367.14} \times \frac{765}{760}$.
Après aspiration du mélange d'air et de CO du grand flacon, le vide n'y est pas complet, son manomètre marquant $726^{mm},7$ et le baromètre $759^{mm},7$.	D'où : volume V de CO (à 0° et 760^{mm}) ayant passé à travers I^2O^5 $V = \left(\frac{10,82}{1+0,00367.14} \times \frac{765}{760}\right) \times \frac{726,7}{759,7} = 9^{cc},83$.

(¹) Il est remarquable que 10^{cc} d'oxyde de carbone arrivant dans un flacon de 10 litres environ, préalablement vidé d'air, ne s'y répandent pas d'une façon homogène. Lorsqu'on laisse ce flacon se remplir ensuite d'air ambiant à travers une de ses tubulures ouvertes, les quantités d'oxyde de carbone trouvées dans cet air sont variables si l'on fait l'analyse immédiatement après que le flacon vient d'être rempli.

B. — *Mesure du CO^2 formé.*

Données.

Volume d'air + CO^2 recueilli : $V_1 = 29^{cc},30$ à $t = 17°$ et à une pression de

$763^{mm},8$ — $137,6$ — $14,4$.
Baromètre. Hauteur de Hg soulevé. Tension vap. d'eau à 17°.

Volume de l'air restant V_2 après absorption de CO^2 par la potasse mouillée :

$V_2 = 18^{cc},05$ à $t = 17°$ et à la pression $763,8 - 232,5 - 14,4$.

Résultats.

D'où : vol. d'air + CO^2 réduit à 0° et $760^{mm} = V'_1$.

$$V'_1 = \frac{29^{cc},30(763,8 - 137,6 - 14,4)}{760(1 + 0,00367 \times 17)} = 22^{cc},033.$$

D'où : vol. de l'air seul réduit à 0° et $760^{mm} = V'_2$.

$$V'_2 = \frac{18^{cc},05(763,8 - 232,5 - 14,4)}{760(1 + 0,00367 \times 17)} = 11^{cc},154.$$

Donc : Volume de $CO^2 = 22^{cc},033 - 11^{cc},154$	$10^{cc},879$
dont il faut soustraire comme correction constante en chaque cas (¹)	1,148
D'où : volume de CO^2 formé	9,731

» *Résultat définitif de l'analyse :* CO oxydé : $9^{cc},83$; CO^2 trouvé : $9^{cc},73$.

» Quand il s'agissait de diluer exactement l'oxyde de carbone au $\frac{1}{10000}$ ou au $\frac{1}{30000}$, on introduisait $\frac{1}{1000}$ environ de CO bien mesuré dans le flacon de 10^{lit}, et l'on en extrayait les $\frac{9}{10}$; en laissant rentrer l'air, on obtenait la dilution au $\frac{1}{10000}$ environ qu'on calculait ensuite. En répétant l'opération et enlevant les $\frac{2}{3}$ de l'air restant, on obtenait une dilution exacte de CO au $\frac{1}{30000}$. Dans ce cas, pour mesurer CO^2 formé, on accumulait dans le même tube à potasse les produits d'au moins trois opérations successives.

» C'est en suivant cette méthode que j'ai obtenu, toutes corrections faites, les nombres suivants :

	Température de I^2O^5.	Durée du passage de 10^{lit} d'air.	Volume de CO ayant circulé.	Volume de CO^2 obtenu.
Dilution de CO au $\frac{1}{500}$....	70°	2h	19,93	19,91
Dilutions de CO au $\frac{1}{1000}$...	65	3	12,62	12,35
	80	4	11,58	10,87
	80	1	9,83	9,73
	65	1	11,10	11,03
	65	2	10,10	9,94

(¹) Les 50^{cc} de potasse de nos tubes à perles contenaient $0^{cc},90$ de CO^2. D'autre part, j'avais constaté que 10 litres d'air de mon laboratoire, lavés exactement à la potasse, donnaient, en passant à travers l'acide iodique, $0^{cc},248$ de CO^2 provenant de l'oxydation de CO ou autres gaz carbonés de ces 10 litres, d'où la correction $1^{cc},148$.

	Température de I^2O^5.	Durée du passage de 10^{lit} d'air.	Volume de CO ayant circulé.	Volume de CO^2 obtenu.
	°	h m		
Dilutions de CO au $\frac{1}{10000}$..	61	1	1,489	1,548
	62	0.50	1,264	1,249
	80	1.15	1,445	1,342
Dilutions de CO au $\frac{1}{30000}$..	75	2.30	1,521	1,480
	65	3	1,230	1,200
	70	3	1,580	1,572

» Ces nombres établissent que l'oxyde de carbone, mélangé à dix mille et trente mille fois son volume d'air, réagit encore à 65°-70° sur l'acide iodique en donnant son volume d'acide carbonique suivant l'équation ci-dessus. On remarquera même que, pour des dilutions au $\frac{1}{10000}$ et $\frac{1}{30000}$, le chiffre des dixièmes de CO^2 obtenu est exact, c'est-à-dire qu'alors que le gaz circulant avait déjà subi l'oxydation des $\frac{11}{12}$, ou des $\frac{14}{15}$ de son oxyde de carbone, les dernières portions, réduites à ce moment à $\frac{1}{300000}$ et moins du volume gazeux présent ont encore été oxydées au contact de l'acide iodique. Il s'ensuit que l'oxyde de carbone mélangé à l'air peut y être retrouvé aux dilutions de $\frac{1}{30000}$ et même de $\frac{1}{300000}$. Quant aux moyens pratiques de faire ces déterminations quand il s'agit de rechercher le gaz oxyde de carbone dans l'air ou dans d'autres gaz, j'y reviendrai quand j'aurai complètement établi les conditions où s'applique la méthode.

» Persuadé de son exactitude, en principe, j'ai voulu tout de suite l'essayer sur l'air de mon laboratoire; c'était vers la fin de décembre 1893; la salle était chauffée à 17° par un poêle en faïence brûlant de la houille et tirant bien; deux becs de gaz allumés, dont l'un sous une hotte. J'ai trouvé :

		Pour 20^{lit} air.	D'où, par litre.
(*a*)	CO^2 produit..............	$0^{cc},398$	$0^{cc},0199$
(*b*)	CO^2 »	$0^{cc},594$	$0^{cc},0297$

soit, par volume d'air : 1er cas : $0^{vol},0000199$; 2e cas : $0^{vol},0000297$. C'est-à-dire que 20 à 30 millionièmes d'oxyde de carbone (ou de gaz carbonés pouvant réagir sur I^2O^5) étaient contenus dans l'air du laboratoire.

» Il me reste à montrer que certains hydrocarbures, l'acétylène, l'éthylène, entre autres, réagissent partiellement sur l'anhydride iodique pour donner aussi CO^2 et en dégager l'iode. Cette constatation, qui a rendu mes recherches très laborieuses, a dû me faire modifier la méthode, ainsi que je le dirai plus tard. Pour le moment, je me borne à constater les faits.

» L'acétylène s'oxyde aux dépens de l'anhydride iodique, déjà à 35°,

même si ce gaz est très dilué d'air. Mais il est incomplètement oxydé. Voici mes nombres pour des dilutions variant de 10 à 20 volumes d'acétylène en 10000 volumes d'air :

Température de I^2O^5.	Volume de C^2H^2 passé.	Volume de CO^2 produit.	Vol. de C^2H^2 oxydé pour 100 vol. circulant.
°	cc	cc	
90	15,36	3,05	10,2
60	12,64	4,20	16,6
50	10,50	5,21	24,7
40	13,88	5,57	20,2
35	11,32	3,67	10,47

» Même observation si l'on mélange l'acétylène et l'oxyde de carbone.

Introduit en 10^{lit} d'air le mélange des gaz. Passé { CO = $5^{cc},38$; C^2H^2 = $25^{cc},51$ } CO^2 produit $15^{cc},68$.

» Ces $15^{cc},68$ de CO^2 formés répondent à $5^{cc},38$ de CO ayant circulé et à $10^{cc},30$ de CO^2 provenant de l'acétylène dont 20 centièmes seulement avaient, par conséquent, été oxydés.

» L'éthylène s'oxyde aussi au contact de l'anhydride iodique et à 65°, même s'il est dilué d'air :

	I.	II.
	cc	cc
C^2H^4 sorti du ballon de 10^{lit}	19,30	18,7
CO^2 correspondant (calculé)........	38,60	37,4
CO^2 recueilli.....................	22,10	14,8

Donc il s'était oxydé 57 pour 100 de l'éthylène circulant dans le premier cas, et 39 pour 100 dans le second.

» Nous avons constaté de plus que, mélangé à l'oxyde de carbone, l'éthylène en diminue très sensiblement l'oxydabilité. Tous les dosages faits en présence de 10 à 15 pour 100 de ce gaz pèchent par défaut.

» Le gaz méthane, l'éthane et en général les hydrocarbures de la formule C^nH^{2n+2}, ainsi que l'hydrogène, ne s'oxydent pas à 65°-80° par l'acide iodique. Quoique ce soit surtout ces derniers gaz qui, provenant des fermentations vaseuses du sol, du gaz d'éclairage, des combustions, etc., forment les traces d'hydrocarbures entrevus dans l'air (*Boussingault*), et bien que les hydrocarbures qui troublent la réaction que nous venons d'étudier n'accompagnent ces traces d'hydrocarbures saturés qu'en proportion encore plus faible, il était nécessaire d'en tenir compte et, vu ces causes d'erreurs possibles, de modifier notre méthode. Je me propose de revenir sur ce point dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur l'emploi du chlorure de palladium pour la recherche dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone et sur la transformation de ce gaz, à la température ordinaire, en acide carbonique.* Note de MM. **Potain** et **Drouin**.

« La présence de l'oxyde de carbone dans l'air, même en proportions très petites, peut être constatée à l'aide du chlorure de palladium. Il suffit de faire passer l'air vicié en bulles très fines à travers une solution étendue de ce sel à la température ordinaire.

» Nous nous sommes servis pour obtenir ce résultat d'un appareil fort simple qui consiste en un long tube effilé à son extrémité et plongeant, par cette extrémité, dans un autre tube de calibre peu différent, fermé à sa partie inférieure et contre le fond duquel la pointe du premier vient appuyer. L'espace compris entre les deux tubes est hermétiquement fermé en haut par une bague de caoutchouc. Le tube extérieur possède une tubulure latérale par laquelle on peut établir une aspiration. L'autre, coudé à sa partie supérieure, est mis en communication avec la source de l'air à examiner.

» Dans cet appareil on introduit, avant de le clore, 10^{cc} d'une solution de chlorure de palladium au $\frac{1}{10000}$, contenant par conséquent un milligramme de chlorure et acidifiée par l'addition de deux gouttes d'acide chlorhydrique.

» Lorsqu'on établit, par un moyen quelconque, une aspiration sur la tubulure du tube extérieur, l'air pénètre par l'extrémité effilée du tube intérieur et ses bulles, s'écrasant sur la surface à laquelle celle-ci est appliquée, traversent le liquide dans une étendue de $0^{m},20$ sous la forme d'une véritable poussière de bulles gazeuses qui multiplient les surfaces de contact.

» Pour peu que cet air contienne de l'oxyde de carbone, le chlorure est en partie décomposé et du palladium se dépose en couche noirâtre sur les parois du tube. Ce dépôt témoigne de la présence d'un gaz réducteur et, dans le cas particulier, de l'oxyde de carbone. Il n'est aisément appréciable qu'autant que l'oxyde de carbone se trouve dans l'air en quantité notable, et il ne saurait d'ailleurs en indiquer la proportion, même d'une façon approximative. Mais, par suite de la décomposition du chlorure, la solution, primitivement d'un jaune très accentué, se décolore progressivement. Si, après avoir fait passer dans l'appareil une quantité d'air déterminée, on

verse le liquide filtré dans un petit tube à fond plan et si, à côté de celui-là, on en place un autre semblable, contenant une partie de la même solution n'ayant point subi le contact du gaz, on constate aisément, en regardant le liquide par sa face supérieure, une différence de coloration proportionnelle à la quantité de chlorure de palladium qui a disparu. Après avoir égalisé les teintes, en faisant varier le niveau du liquide, il suffit de mesurer la hauteur de celui-ci, dans chacun des tubes, pour avoir une mesure assez exacte de la quantité de chlorure décomposée.

» Cette quantité est très éloignée de celle qu'indiquerait la théorie pour une quantité déterminée d'oxyde de carbone traversant l'appareil, si la réaction était complète et si tout l'oxyde de carbone était transformé. La plus grande partie échappe, et c'est seulement d'une façon empirique qu'on peut déterminer la quantité d'oxyde de carbone que représente une certaine quantité de chlorure disparue, c'est-à-dire le coefficient de l'appareil. Quand on opère d'une façon toujours identique, ce coefficient varie très peu.

» Nous avons cherché à le rendre plus grand en élevant la température du liquide, mais sans y trouver aucun avantage.

» Par cette méthode on distingue très aisément et avec assez de précision la présence de 1^{cc} d'oxyde de carbone dans 10^{lit} d'air, c'est-à-dire à l'état de dilution au $\frac{1}{10000}$. Avec une quantité d'air plus grande on peut reconnaître des proportions d'oxyde de carbone beaucoup moindres. Il est difficile, toutefois, d'obtenir empiriquement un coefficient pour le cas de dilution extrême, qui exige une opération prolongée, et cela parce qu'on ne saurait conserver longtemps un pareil mélange gazeux sans altération. Enfermé dans un espace clos avec de l'air atmosphérique à la température ordinaire, l'oxyde de carbone disparaît et, à sa place, on trouve de l'acide carbonique.

» Le 2 août de l'année dernière, nous avons enfermé dans des ballons de verre, de la contenance de 5^{lit} à 10^{lit}, de l'air atmosphérique, sec ou humide, mais dans les deux cas débarrassé complètement d'acide carbonique, et une proportion d'oxyde de carbone de $\frac{1}{1000}$. Ces ballons, soigneusement fermés, ont été laissés dans le laboratoire à l'abri du soleil. Quarante-deux jours après nous n'y avons plus trouvé aucune trace d'oxyde de carbone, mais de l'acide carbonique en quantité à peu près équivalente. Il semble donc que, même à la température ordinaire, l'oxyde de carbone s'oxyde, comme les expériences de M. Gautier ont montré qu'il le fait à de hautes températures, mais sans doute beaucoup plus lentement.

» Ayant à la même époque enfermé dans un ballon semblable la même proportion d'oxyde de carbone avec de l'azote, nous avons retrouvé (une fois au bout de quarante-deux jours, une autre fois au bout de soixante-quatorze jours) la quantité d'oxyde de carbone que nous y avions mise, et pas de traces sensibles d'acide carbonique.

» La disparition de l'oxyde de carbone s'opère progressivement. Tandis que du trente-neuvième au quarante-deuxième jour il n'existait plus dans nos ballons de traces appréciables d'oxyde de carbone, dans un cas il n'y en avait déjà plus au vingt-neuvième jour que le $\frac{1}{10}$ environ de la quantité introduite. La diminution est ordinairement rapide dans les premiers jours et se ralentit peu à peu; si bien que la perte ayant été trouvée le quatrième jour de 27 pour 100, le vingt-sixième elle n'était encore que de 54 pour 100.

» La raison qui ralentit ainsi progressivement la transformation de l'oxyde de carbone, malgré la présence d'une quantité d'oxygène toujours sensiblement égale, paraît être la présence même de l'acide carbonique produit. Dans une de nos expériences, nous avons introduit dans le ballon, en même temps que le mélange d'oxyde de carbone et d'air, une solution de soude destinée à absorber l'acide carbonique à mesure de sa formation. Dans ce cas, la disparition de l'oxyde de carbone a été rapide et complète, car au 27e jour il n'y avait plus dans le ballon ni oxyde de carbone ni acide carbonique. Dans une autre expérience, nous avons ajouté, à un mélange de 5^{cc} d'oxyde de carbone et de 5^{lit} d'air, 10^{cc} d'acide carbonique; dans ce cas, la transformation a été beaucoup plus lente, et au 29e jour il y avait encore plus de la moitié de l'oxyde de carbone introduit.

» *Conclusions.* — 1° On peut, à l'aide du chlorure de palladium, reconnaître la présence dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone.

» 2° Ce procédé permet un dosage approximatif qui n'a rien de l'exactitude requise en Chimie, mais qui, dans la pratique, suffirait à fournir des indications utiles au point de vue de l'hygiène.

» 3° L'oxyde de carbone mélangé à l'air en petite quantité et à la température ordinaire se transforme lentement en acide carbonique. Cette transformation est retardée et limitée par la présence même de l'acide carbonique.

» 4° Elle explique sans doute comment, malgré les quantités considérables d'oxyde de carbone produites incessamment dans une grande ville comme Paris, on n'en trouve cependant pas de traces notables dans l'air, si ce n'est au voisinage même des sources de production. »

M. **Bouquet de la Grye** demande à l'Académie d'inviter les deux Sections d'Astronomie et de Géographie et Navigation à étudier la question de la modification de l'heure nationale.

Cette proposition est adoptée.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bigourdan, *intitulé : « Histoire céleste du* XVIIe *siècle » de Pingré.*

(Renvoi à la Section d'Astronomie; M. Callandreau, rapporteur.)

« En 1756, Pingré annonça le projet de réunir et de discuter les observations astronomiques faites de 1601 à 1700.

» Mûri pendant trente ans, ce projet fut exécuté de 1786 à 1790. Le manuscrit présenté à l'Académie fut l'objet d'un Rapport très favorable de Le Monnier et Lalande, en date du 9 février 1791; et l'Assemblée nationale accorda 3000 livres pour la publication de l'Ouvrage.

» Mais après la mort de Pingré, survenue le 1er mai 1796, l'impression fut suspendue; il ne fut plus question des feuilles déjà tirées, ni même du manuscrit; si bien que l'on pouvait croire définitivement perdu l'Ouvrage, fruit de trente ans de travail, que Lalande appréciait en ces termes dans son Rapport :

» L'Ouvrage de M. Pingré rassemble toutes les données dont les astronomes ont besoin pour leurs recherches, pour leurs Tables, pour leurs calculs des révolutions planétaires. Ce sera un dépôt auquel ils devront sans cesse avoir recours, et ils s'étonneront du courage de M. Pingré dans un si long et si pénible travail. Mais pour l'exécuter bien, il fallait toute la sagacité, l'étonnante facilité de calcul et l'érudition de M. Pingré; ainsi nous pensons que cet Ouvrage très important est très digne d'être approuvé par l'Académie et imprimé dans son privilège.

» Des circonstances heureuses et, en particulier, la connaissance approfondie de la bibliographie astronomique que possède M. Bigourdan, lui ont permis de reconnaître dans un Volume aujourd'hui dans les mains d'un savant bibliophile, M. V. Advielle, un exemplaire sans doute unique des bonnes feuilles, ayant appartenu à Lalande; et de découvrir, dans les archives de l'Observatoire de Paris, perdu au milieu d'observations de Tycho, le reste du manuscrit de Pingré.

» Sans doute, si l'on a égard aux progrès de l'Astronomie moderne, cer-

taines observations anciennes ont perdu de leur importance; mais il est facile d'indiquer telle espèce d'observations pour lesquelles le contraire a lieu; c'est ainsi que les anciennes occultations d'étoiles ont été recherchées avec grand soin dans les archives de l'Observatoire, par M. Newcomb, en vue de fixer le lieu de la Lune à une époque reculée. L'Ouvrage de Pingré contient encore des occultations non utilisées, notamment avant 1670.

» Les observations, indiquées année par année, sont extraites d'un grand nombre d'ouvrages, de brochures, de manuscrits et de lettres qu'il serait impossible de rassembler. Pingré ne se contente pas de calculer les résultats des observations; il les discute et apporte des corrections importantes aux sources qu'il a consultées, par exemple pour Tycho.

» Quant à l'intérêt de l'Ouvrage de Pingré pour l'histoire de la Science, on ne peut que souscrire au jugement de Lalande : « L'histoire de l'Astronomie se trouve dans cet Ouvrage par le moyen de celle des phénomènes qu'on y rapporte, des Ouvrages d'où ils sont tirés et des auteurs de ces Ouvrages; et cette Histoire a un genre de mérite et d'intérêt qui la rendront précieuse.... »

» Pour ces motifs, la Section d'Astronomie est unanime à proposer à l'Académie la publication de l'*Histoire céleste du* XVIIe *siècle*, de Pingré, reconstituée par M. Bigourdan; elle propose aussi de remercier M. Bigourdan du concours qu'il a spontanément offert pour en assurer la publication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

CORRESPONDANCE.

L'**Association des anciens Élèves de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du buste de *Schützenberger*, qui aura lieu dimanche prochain 3 avril à 10^h du matin.

MM. **Schlœsing** et **Gautier** sont désignés pour représenter l'Académie à cette cérémonie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine* (1898, *mars* 19), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest, de* $0^m,305$ *d'ouverture*); par MM. G. **Bigourdan** et G. **Fayet**. Communiquées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles de comparaison.	Gr.	✱☄. — ✱. ΔR.	✱☄. — ✱. ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Mars 21....	*a* 4800 BD + 18	9,2	+0.10,55	+3.14,0	4: 4	G.B.
21.....	*a* 4800 BD + 18	9,2	+0.11,83	+3.40,2	4: 4	Id.
21.....	*a* 4800 BD + 18	9,2	+0.15,18	+4.37,6	4: 4	Id.
21.....	*a* 4800 BD + 18	9,2	+0.16,49	+4.55,2	4: 4	Id.
22.....	*b* 4740 BD + 19	6,5	−1.42,67	−0.15,9	15:10	G.F.
24.....	*c* 4596 BD + 21	8,8	+0.40,62	+1.15,9	12: 6	Id.
24.....	*d* 4600 BD + 21	6,7	−0.53,29	+2. 6,7	12: 6	Id.
24.....	*c* 4596 BD + 21	8,8	+0.47,50	+3. 5,6	12: 8	Id.
24.....	*d* 4600 BD + 21	6,7	0.46,54	+3.57,2	12: 8	Id.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 21......	*a*	21.24.21,38	+0,38	+18.21.27,5	−5,9	A.G. Berlin 8763
22......	*b*	21.30. 2,86	+0,41	+19.28.58,1	−5,8	A.G. Berlin 8802
24......	*c*	21.35. 6,72	+0,39	+21.29.40,5	−5,9	A.G. Berlin 8336
24......	*d*	21.36.40,70	+0,39	+21.28.49,4	−5,8	A.G. Berlin 8344

Positions apparentes de la comète.

Dates 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 21..	15.56.38	21.24.22,31	$\bar{1},609_n$	+18.24.35,6	0,781
21..	16. 6.42	21.24.33,59	$\bar{1},606_n$	+18.25. 1,8	0,776
21..	16.28.42	21.24.36,94	$\bar{1},596_n$	+18.25.59,2	0,763
21..	16.35.36	21.24.38,25	$\bar{1},593_n$	+18.26.16,8	0,759
22..	16.34.15	21.28.20,60	$\bar{1},596_n$	+19.28.36,4	0,754
24..	15.47.17	21.35.47,73	$\bar{1},619_n$	+21.30.50,5	0,776
24..	15.47.17	21.35.47,80	$\bar{1},619_n$	+21.30.50,3	0,776
24..	16.29. 2	21.35.54,61	$\bar{1},605_n$	+21.32.40,2	0,747
24..	16.29. 2	21.35.54,55	$\bar{1},605_n$	+21.32.40,8	0,747

Remarque. — 1898 mars 21. — La comète a un noyau fortement stellaire, dont

l'éclat est comparable à celui d'une étoile de grandeur 6-7, avec une queue faible et sensiblement opposée au Soleil.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Perrine* (1898, *mars* 19), *faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par M. L. **Picart**, présentée par M. Lœwy.

COMÈTE PERRINE (1898, MARS 19).

Date 1898.	Temps sidéral de Bordeaux.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.
Mars 22	$15^h 30^m 1^s,41$	$-1^m 50^s,99$	$+2'40'',69$

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1898,0.

Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
A.G.Z. Berlin n° 8802....	$21^h 30^m 2^s,89$	$+0^s,40$	$70°31'1'',87$	$+5'',79$

Position apparente de la comète Perrine (1898, *mars* 19).

Date 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 22......	$15^h 27^m 26^s,3$	$21^h 28^m 12^s,30$	$\bar{1},587$	$70°33'48'',4$	$-0,769$

» La comète est ronde, a un diamètre d'environ 4', un noyau très net de 7-8e grandeur, légèrement excentrique. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine* (1898, *mars* 19), *faites à l'observatoire de Toulouse* (*équatorial Brunner*). Note de M. F. **Rossard**, présentée par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles de compar.	Grandeurs.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Mars 25.........	*a* 4465 BD	6,5	$+0^m.24^s,11$	$+12'.15'',0$	20:18
» 25.........	*b* 4472 BD	5,0	$-1.41,91$	$+4.26,8$	20:18

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Mars 25.	*a*	21.39.16,96	+0,37	+22.20.56,3	−5,8	⅓ (Bruxelles, 9665 + Romberg, 4955 + Berlin B, 8364).
» 25.	*b*	21.41.22,75	+0,36	+22.28.42,2	−5,6	¼ [Bruxelles, 9689 + Romberg, 4969 + Berlin B, 8385 + Glasgow (1890) 1877].

Positions apparentes de la comète.

Dates 1898.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 25....	15.53.14	21.39.41,44	$\bar{1},662_n$	+22.33.5,5	0,725
» 25....	15.53.14	21.39.41,20	$\bar{1},662_n$	+22.33.3,4	0,725

» La queue de la comète s'étend à quinze minutes environ de distance. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Perrine.* Note de M. I. **Lagarde**, présentée par M. Lœwy.

« Les éléments qui suivent ont été déduits des observations faites à l'observatoire du mont Hamilton le 19 mars, et à l'Observatoire de Paris, par M. Fayet, le 22 et le 24 mars. J'ai fait tous mes calculs avec cinq décimales et j'ai négligé les effets de la parallaxe et de l'aberration :

Temps du passage au périhélie : 1898 mars 16,5616 temps moyen de Paris

Longitude du périhélie......	308.54,4	Équinoxe et écliptique moyens de 1898,0
Longitude du nœud ascendant.	262.14,4	
Inclinaison.................	72.19,1	
Logarithme de la distance du périhélie	0,03972	

» Représentation de l'observation du 22 mars :

$$\cos\beta\, d\lambda = -0',1,$$
$$d\beta = -0',1. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème fondamental sur les transformations birationnelles à coefficients entiers.* Note de M. S. **Kantor**, présentée par M. E. Picard.

« Tandis que la théorie des substitutions linéaires à coefficients entiers naturels ou à coefficients entiers algébriques a, grâce aux travaux de MM. Picard et Poincaré ([1]), acquis déjà une étendue considérable et empiète sur des branches différentes de l'Analyse, la théorie des substitutions de degré supérieur et à coefficients entiers est à peine effleurée. Un cas de substitutions quadratiques a été seulement rencontré par M. Picard ([2]) dans ses recherches fondamentales sur les groupes hyperabéliens. Cela tient à ce que, dans la théorie des formes arithmétiques de degré supérieur à deux ou d'un nombre de variables plus élevé que trois, on connaît seulement les résultats anciens de M. Hermite ([3]), les recherches de M. Poincaré sur les formes cubiques ternaires et quaternaires ([4]), et un théorème de MM. Hilbert et Hurwitz sur les formes arithmétiques ternaires du genre zéro ([5]).

» Si dans les formules de transformation

$$(1) \qquad x'_1 : \ldots : x'_{r+1} = \Phi_1(x) : \ldots : \Phi_{r+1}(x'),$$

les Φ étant des fonctions entières rationnelles des variables homogènes x, les coefficients de ces fonctions Φ sont des nombres entiers, pour le moment naturels, j'appelle la transformation (1) une *transformation arithmétique*. Parmi les transformations (1) il y en a dont les inverses sont rationnelles encore. Cela exige que les coefficients des fonctions Φ qui interviennent dans l'inverse

$$(2) \qquad x_1 : \ldots : x_{r+1} = \Phi'_1(x) : \ldots : \Phi'_{r+1}(x')$$

soient des nombres rationnels ou, en se servant d'un facteur de proportionnalité, des nombres entiers. Alors (1) est une transformation *birationnelle arithmétique*.

([1]) Le même sujet a fait aussi l'objet des recherches de M. L. Bianchi.

([2]) Voir *Journal de Liouville*, 1885.

([3]) *Journal de Crelle*, Vol. 42 et 47.

([4]) *Journal de l'École Polyt.*, Cah. L et LI.

([5]) *Acta Math.*, Vol. XIV.

» Or, on sait que les transformations birationnelles du domaine ternaire peuvent être décomposées en des transformations élémentaires de même espèce et précisément, d'après Nöther, quadratiques. Pour les transformations birationnelles arithmétiques le théorème de Nöther *fait défaut* (¹). En effet, parmi ces transformations, il y en a où les coordonnées des points fondamentaux à *multiplicité égale* sont données simultanément par des équations à coefficients entiers, à savoir quand ils sont points d'intersection résiduels de deux courbes à coefficients entiers. Dans chaque pareil cas les transformations quadratiques de Nöther ne peuvent pas s'appliquer ni être obtenues, sans qu'on décompose des polynomes à coefficients entiers en facteurs. Alors des irrationnalités nouvelles s'introduisent et les transformations quadratiques n'ont plus leurs coefficients entiers dans le domaine proposé ou dans le domaine naturel.

» Toutefois je peux démontrer qu'aussi dans ce cas les transformations admettent la décomposition en facteurs arithmétiques typiques d'une nature prédéterminée. Il semble important que le nombre des classes, entre lesquelles les facteurs typiques des transformations birationnelles arithmétiques sont à choisir, reste encore fini. Le théorème de Nöther doit donc être remplacé par un théorème de décomposition plus compliqué. Voici ce que j'ai trouvé :

» Théorème. — *Chaque transformation birationnelle arithmétique à trois variables homogènes peut être composée au moyen de facteurs primaires arithmétiques d'un des types suivants :*

» 1° *Transformations de l'ordre n à point multiple d'ordre* $(n-1)$, *où tous les points fondamentaux simples forment un seul groupe rationnel* (²);

» 2° *Transformations de l'ordre n à point multiple d'ordre* $(n-1)$, *où tous les points fondamentaux simples sauf un forment un seul groupe rationnel;*

(¹) De même le théorème de Nöther *n'existe plus*, si l'on veut décomposer une transformation birationnelle algébrique, sans introduire de nouvelles irrationnalités par rapport au domaine d'irrationnalité qui est formé par les coefficients des Φ. Le théorème qui suit dans le texte s'applique sans altération. On peut donc énoncer : *Toute transformation birationnelle peut être décomposée en les facteurs primaires du théorème fondamental, sans introduire aucune irrationnalité nouvelle.*

(²) Je dis que m points forment un *groupe rationnel*, si leurs coordonnées sont fournies par une équation à coefficients qui sont rationnels dans le domaine de rationnalité proposé et dont le polynome n'est pas décomposable en des facteurs rationnels dans ce domaine. Dans le cas actuel le domaine de rationnalité est celui des nombres entiers naturels et les coefficients doivent être des nombres rationnels.

» 3° *Transformations de l'ordre n à quatre points multiples d'ordre* $\frac{(n-1)}{2}$ *et* $\frac{(n-1)}{2}$ *points doubles, où les uns et les autres forment un seul groupe rationnel, ou bien*

» 4° *Où les quatre premiers se séparent en deux couples rationnels;*

» 5° *Transformations quadratiques, dont les trois points fondamentaux forment un seul groupe rationnel;*

» 6° *Transformations de l'ordre* 5 *à* 6 *points doubles qui forment un seul groupe rationnel;*

» 7° *Transformations de l'ordre* 8 *à* 7 *points doubles qui forment un seul groupe rationnel, ou bien*

» 8° *Où les* 7 *points se séparent en un couple rationnel et un quintuplet rationnel;*

» 9° *Transformations de l'ordre* 13 *à* 2 *points sextuples et* 6 *points quadruples les uns et les autres formant un groupe rationnel, ou bien*

» 10° *Où les six derniers se séparent en deux triplets rationnels;*

» 11° *Transformations de l'ordre* 16 *à* 5 *points sextuples et* 3 *points quintuples les uns et les autres formant un groupe rationnel;*

» 12° *Transformations de l'ordre* 17 *à* 8 *points sextuples qui forment un seul groupe rationnel;*

» 13° *Transformations de l'ordre* 25 *à* 2 *points* 12*-tuples,* 3 *octuples et* 4 *sextuples chaque fois d'un seul groupe rationnel;*

» 14° *Transformations de l'ordre* 29 *à* 2 *points* 14*-tuples,* 7 *octuples et les uns et les autres formant un seul groupe rationnel;*

» 15° *Transformations de l'ordre* 41 *à* 5 *points* 16*-tuples,* 4 *décatuples qui forment respectivement un seul groupe rationnel;*

» 16° *Transformations de l'ordre* 61 *à* 2 *points* 20*-tuples,* 3 *points* 20*-tuples et* 4 *points* 12*-tuples ne formant que trois groupes rationnels.*

» *Dans ce théorème les facteurs primaires sont déterminés par espèce, par ordre et par la position mutuelle des points fondamentaux.*

» D'autre part, les transformations birationnelles arithmétiques sont décomposables, elles aussi, en des facteurs quadratiques. Mais cette décomposition comporte des irrationnalités. Le théorème fondamental que nous avons découvert permet donc de préciser quelles sont les irrationnalités qui s'introduisent dans cette décomposition ancienne. Les coordonnées des points fondamentaux seront généralement des racines de polynomes d'un certain ordre et l'on remarque que l'ordre ne surpasse le nombre 8 que dans les types des espèces 1°, 2°, 3° et 4°.

» Les coefficients qui s'introduisent sont donc des nombres entiers algébriques d'un certain *corps* de Dedekind ([1]); donc :

» Théorème. — *Pour décomposer une transformation birationnelle arithmétique ternaire en des transformations quadratiques, il ne faut adjoindre au domaine de rationnalité que des nombres entiers algébriques de corps des ordres 2 jusqu'à 8, excepté seulement pour les transformations qui contiennent des facteurs primaires de Jonquières (en comprenant par ce nom les espèces* 1°, 2°, 3° *et* 4°) *et qui peuvent exiger des corps d'un degré quelconque.*

» Il ne reste donc qu'à rechercher les transformations primaires des espèces 1° à 16° qui ont les coefficients entiers. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations fonctionnelles linéaires.* Note de M. Lémeray.

« Dans une Communication faite à l'Académie le 27 décembre 1897, j'ai résolu l'équation

$$z = A_0 y^{(n)} + A_1 y^{(n-1)} + \ldots + A_{n-1} y^{(1)} + A_n x = 0, \tag{1}$$

où y est la fonction inconnue de x, dans le cas où les A sont constants. Je rappelle que $y^{(i)}$ est l'itérative d'ordre i de la fonction cherchée (on a $y^{(0)} = x$). Je considère ici le cas où les A sont fonctions de x seul. On peut établir une théorie du plus grand commun diviseur symbolique de plusieurs polynomes fonctionnels linéaires tels que celui qui constitue le second membre de l'équation (1). Je suis arrivé aux résultats suivants :

» 1° On peut former une équation d'ordre n admettant n solutions données $y_1, y_2, \ldots, y_n$; à l'équation (1) joignons les n équations obtenues en affectant dans (1) les y, des indices 1, 2, ..., n, tour à tour. Soit Δ le déterminant d'ordre $n+1$ des coefficients des A dans les seconds membres; on a

$$\frac{A_i}{A_0} = \left(\frac{d\Delta}{dy^{(n-i)}}\right) : \left(\frac{d\Delta}{dy^{(n)}}\right) \text{ ([2]).}$$

» 2° Il existe une équation fonctionnelle linéaire d'ordre $n+p$,

$$J^p(z) = 0,$$

([1]) *Bulletin des Sciences mathématiques*, de Darboux et Houel, 1877, ou ses *Leçons*, par Lejeune-Dirichlet.

([2]) Je dirai que les n intégrales sont distinctes si aucun des A n'est indéterminé.

dont les coefficients sont fonctions de x seul, contenant $n+1$ termes comme l'équation (1) et satisfaite par les n intégrales distinctes de l'équation (1).

» 3° *Division symbolique.* — Soient deux polynomes fonctionnels linéaires z et u d'ordres n et p ($n > p$). Appelons *division* de z par u l'opération suivante : supposons formés les polynomes fonctionnels $J(u)$, $J^2(u)$, ..., $J^{n-p}(u)$; multiplions z et $J^{n-p}(u)$ par des fonctions P, Q de x, telles que les premiers termes des polynomes ainsi obtenus deviennent égaux; posons

$$-z_1 = QJ^{n-p}(u) - Pz;$$

z_1 sera le premier reste de la division, il est d'ordre $n-1$ au plus; opérons sur z_1 et sur $J^{n-p-1}(u)$ comme précédemment; nous aurons un nouveau reste z_2, etc.; nous continuerons ainsi jusqu'à ce qu'on obtienne un reste d'ordre égal au plus à $p-1$. Si ce reste est identiquement nul, z est divisible par u, et les intégrales de $u=0$ satisferont toutes à $z=0$. Si le reste de la division n'est pas nul, on divisera u par ce reste, etc.; si le reste de la dernière division se réduit à une fonction de x, les polynomes z et u sont premiers entre eux; si, au contraire, après un certain nombre de divisions, l'on obtient un reste identiquement nul, le diviseur v de la dernière division sera le plus grand diviseur commun à z et à u, et les solutions distinctes de $v=0$ satisferont toutes aux deux équations $z=0$, $u=0$.

» Les équations considérées ici doivent être distinguées de celles qu'ont étudiées MM. Grévy, Leau, Bourlet, contrairement à ce que dit M. Bourlet dans sa Communication du 21 février 1898. Il a reconnu lui-même depuis qu'il y avait eu confusion.

» Ma Note du 27 décembre 1897, très concise, n'était peut-être pas suffisamment explicite, ce qui explique, jusqu'à un certain point, la confusion commise. Quant au problème de Babbage auquel il est fait allusion dans la même Note, je n'avais nullement la prétention d'en donner le premier une solution ; car on en trouve une dans le *Traité d'Analyse* de M. H. Laurent. »

OPTIQUE. — *Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du spath d'Islande.* Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la séance du 7 mars, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de recherches de précision sur le spectre infra-rouge du

quartz, à l'aide d'un spectre cannelé de Fizeau et Foucault. En prenant pour base ce travail, j'ai repris l'étude de la dispersion infra-rouge du spath d'Islande que j'avais déjà faite dans ma thèse ([1]). Mes nouvelles mesures concordent bien avec les premières; seulement elles sont dix fois plus précises. De plus, les longueurs d'onde des repères sont maintenant empruntées à mon dernier travail sur le quartz, au lieu d'être empruntées à Mouton; elles se trouvent ainsi corrigées de l'erreur systématique que j'ai signalée dans les résultats de ce savant ([2]). Il en résulte un changement notable dans les coefficients de la formule de dispersion qu'il m'a fallu calculer à nouveau. Comme pour le quartz, elle est de la forme

$$\frac{1}{n^2} = dl^{-4} - bl^{-2} + a + cl^2 + c'l^4,$$

n désignant l'indice de réfraction et $l = \frac{\lambda}{n}$ le quotient de la longueur d'onde dans le vide par l'indice. Les valeurs calculées pour les coefficients, *à la température de* 20°, sont ceux-ci :

	Rayon ordinaire n_o	Rayon extraordinaire n_e
d	0,000 000 50	— 0,000 000 84
b	— 0,001 003	— 0,000 835
a	+ 0,370 932	+ 0,457 753
c	+ 0,005 154	+ 0,001 134
c'	− 0,000 295	− 0,000 001 2

» Voici, en trois Tableaux, le résultat de la comparaison de la formule avec l'observation, pour quelques raies monochromatiques observées avec l'oculaire, puis pour les franges des spectres cannelés obtenus avec les deux lames de quartz utilisées dans ma précédente Note.

Tableau I. — *Raies monochromatiques observées avec l'oculaire.*

		Rayon ordinaire.			Rayon extraordinaire.		
Raie.	λ.	n_o obs.	n_o calc.	O − C.	n_e obs.	n_e calc.	O − C.
Th...	0,5350	1,662671	1,662672	−0,000001	1,488421	1,488421	0,000000
Na...	0,5893	1,658369	1,658367	+ 2	1,486449	1,486450	− 1
Li....	0,6708	1,653688	1,653688	0	1,484331	1,484331	0
K....	0,7680	1,649741	1,649747	−0,000006	1,481607	1,482607	0

([1]) *Ann. de l'Éc. Normale,* Supplément pour 1890.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 728; 7 mars 1898.

Tableau II. — *Première lame de quartz, épaisseur* 1mm,1016 (observations au bolomètre).

		Rayon ordinaire.			Rayon extraordinaire.		
½ φ.	λ.	n_o obs.	n_o calc.	O — C.	n_e obs.	n_e calc.	O — C.
65....	0,61567	»	»	»	1,485667	1,485677	—0,000010
63....	0,63368	»	»	»	1,485200	1,485200	0
61....	0,65286	»	»	»	1,484722	1,484718	+ 4
59....	0,6731	»	»	»	1,484283	1,484283	0
57....	0,6950	1,652581	1,652578	+0,000003	1,483834	1,483836	— 2
55....	0,7185	1,651581	1,651588	7	1,483396	1,483397	— 1
53....	0,7435	1,650611	1,650620	— 9	1,482976	1,482966	+ 10
51....	0,7711	1,649650	1,649637	— 13	1,482566	1,482561	+ 5
49....	0,8007	1,648687	1,648670	— 17	1,482156	1,482151	— 5
47....	0,8325	1,647724	1,647716	+ 8	1,481756	1,481753	+ 3
45....	0,8671	1,646759	1,646752	+ 7	1,481365	1,481362	+ 3
43....	0,9047	1,645784	1,645787	— 3	1,480984	1,480980	— 4
41....	0,9460	1,644800	1,644810	— 10	1,480602	1,480602	0
39....	0,9914	1,643798	1,643803	— 5	1,480221	1,480226	— 5
37....	1,0417	1,642762	1,642761	+ 1	1,479849	1,479851	— 2
35....	1,0973	1,641675	1,641673	+ 2	1,479477	1,479478	— 1
33....	1,1592	1,640511	1,640519	— 8	1,479096	1,479099	— 3
31....	1,2288	1,639262	1,639269	— 7	1,478704	1,478716	— 12
29....	1,3070	1,637894	1,637897	— 3	1,478312	1,478318	— 6
27....	1,3958	1,636366	1,636359	+ 7	1,477891	1,477897	— 6
25....	1,4972	1,634571	1,634594	—0,000023	1,477441	1,477447	— 6
23....	1,6146	»	»	»	1,476950	1,476951	— 1
21....	1,7487	»	»	»	1,476381	1,476390	9
19....	1,9085	»	»	»	1,475733	1,475728	— 5
17....	2,0998	»	»	»	1,474919	1,474920	— 1
15....	2,3243	»	»	»	1,473918	1,473922	—0,000004

Tableau III. — *Seconde lame de quartz, épaisseur* 1mm,9568
(observations au bolomètre).

		Rayon ordinaire.		
½ φ.	λ.	n_o obs.	n_o calc.	O — C.
53.....	1,2732	1,638487	1,638482	+0,000005
51.....	1,3195	1,637670	1,637676	— 6
49.....	1,3685	1,636809	1,636832	— 23
47.....	1,4219	1,635898	1,635903	— 5
45.....	1,4792	1,634901	1,634902	— 1
43.....	1,5414	1,633811	1,633803	+ 8
41.....	1,6087	1,632611	1,632596	+ 15
39.....	1,6815	1,631266	1,631260	+ 6

		Rayon ordinaire.		
$i\varphi$.	λ.	n_o obs.	n_o calc.	O — C.
37.....	1,7614	1,629741	1,629745	— 4
35.....	1,8487	1,628002	1,628026	— 24
33.....	1,9457	1,626023	1,626032	— 9
31.....	2,0531	1,623717	1,623710	+ 7
29.....	2,1719	1,620995	1,620983	+0,000012

» Pour les raies monochromatiques, observées à l'oculaire, la concordance est complète entre l'observation et la formule, jusqu'au cinquième chiffre décimal, les différences n'atteignent que le sixième chiffre. Dans les observations au bolomètre, les différences ne dépassent pas deux unités du cinquième chiffre décimal pour le rayon ordinaire et une unité pour le rayon extraordinaire. De plus, dans la partie commune, les observations au bolomètre concordent très bien avec les observations à l'oculaire. Ces concordances forment un contrôle des mesures.

» J'ai signalé dans ma précédente Note un contrôle plus précieux encore de mes mesures sur le quartz par leur concordance avec une formule calculée par M. Macé de Lépinay pour la biréfringence du quartz, par une méthode très différente de mes mesures d'indices. Ces mesures sur le quartz, jointes à celles que je présente ici sur le spath, trouvent un nouveau contrôle dans des mesures que j'ai faites autrefois sur la dispersion rotatoire du quartz ([1]) et qui ont été confirmées par un travail très soigné de M. Dongier ([2]) sur le même sujet. Voici en quoi consiste ce contrôle. J'ai donné une formule de dispersion rotatoire qui représente bien les observations dans le spectre visible et dans le spectre ultra-violet. Dans l'infra-rouge, j'avais utilisé le spectre fourni par un prisme de spath que j'avais étudié dans ma thèse à l'aide des lames de quartz de Mouton. Les longueurs d'onde des repères étaient ainsi entachées de l'erreur systématique qui résultait de l'emploi des nombres de ce savant. Mon nouveau Travail permet de les corriger; or le fait que je constate est celui-ci :

» Avec les valeurs des longueurs d'onde empruntées à Mouton, j'avais trouvé un écart systématique notable entre la formule et l'observation; il n'existe plus avec les valeurs corrigées des longueurs d'onde. Les écarts ont maintenant le caractère des erreurs fortuites. »

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI; mai 1892.
([2]) *Société de Physique*, 3 décembre 1897.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz en partant de leurs densités et de l'écart que celles-ci présentent par rapport à la loi de Mariotte.* Note de M. DANIEL BERTHELOT, présentée par M. H. Becquerel.

« Les chimistes admettent en général que tous les gaz simples ou composés, pris sous le même volume, renferment le même nombre de molécules. En d'autres termes les volumes moléculaires de tous les gaz sont égaux et les poids moléculaires sont proportionnels aux poids spécifiques ou densités des gaz.

» Cependant, en fait, les densités théoriques ainsi calculées ne s'accordent qu'imparfaitement avec les densités expérimentales trouvées dans les conditions ordinaires de température et de pression ; ce désaccord tient à ce que la loi précédente ne pourrait être exacte pour diverses températures et diverses pressions que si tous les gaz avaient même compressibilité (loi de Mariotte) et même coefficient de dilatation (loi de Gay-Lussac). Or aucune de ces deux lois n'est rigoureuse.

» Dès lors, en fait, les volumes moléculaires des divers gaz observés dans les conditions ordinaires sont inégaux, et le poids moléculaire d'un gaz est proportionnel, non pas à sa densité réelle, mais au produit de cette densité par son volume moléculaire.

» Je me propose d'établir que ces volumes moléculaires peuvent être évalués exactement si l'on connaît la compressibilité des gaz au voisinage de la pression atmosphérique, et que, par suite, les poids moléculaires rigoureux peuvent être déterminés au moyen de deux données physiques connues avec une grande précision : densité et compressibilité.

» Je rappellerai d'abord que les expériences de Regnault montrent que les gaz tendent à obéir tous à une même loi de compressibilité et de dilatation à mesure que la pression diminue ; c'est-à-dire que les lois de Mariotte et de Gay-Lussac sont des lois limites, vraies pour des pressions très faibles. Nous sommes donc autorisés à admettre que dans ces conditions de raréfaction extrême les volumes moléculaires de tous les gaz sont rigoureusement égaux. Ceci posé, il ne s'agira plus que de calculer ce que deviennent ces volumes moléculaires sous la pression atmosphérique.

» Je me bornerai aujourd'hui au cas des gaz autrefois dits *permanents*. L'écart de

leur compressibilité par rapport à la loi de Mariotte, à température constante, peut être représenté au voisinage de la pression atmosphérique par la formule

$$(1) \qquad \varepsilon = \frac{p_0 v_0}{pv} - 1 = a(p - p_0),$$

v_0 étant le volume d'une masse de gaz sous la pression atmosphérique p_0, v son volume sous la pression p, a un coefficient qui d'après les expériences de Regnault est constant entre 1^{atm} et 6^{atm}. J'admettrai que cette formule représente encore la compressibilité du gaz entre 0^{atm} et 1^{atm} conformément aux expériences de M. Amagat sur l'air.

» Considérons deux gaz sous une pression infiniment faible p; d'après ce qui précède leurs volumes moléculaires ont une même valeur v. Comprimons-les jusqu'à la pression atmosphérique. Leurs volumes moléculaires cessent d'être égaux et prennent les valeurs

$$v_0 = v\frac{p}{p_0}[1 - a(p - p_0)] = v\frac{p}{p_0}(1 - ap - ap_0),$$

$$v'_0 = v\frac{p}{p_0}[1 - a'(p - p_0)] = v\frac{p}{p_0}(1 + a'p - a'p_0),$$

dont le rapport, si p est infiniment faible, aura la valeur

$$\frac{v_0}{v'_0} = \frac{1 - ap_0}{1 - a'p_0},$$

qui se réduira à $\frac{1-a}{1-a'}$ si nous évaluons les pressions de la formule (1) en atmosphères et si $p_0 = 1^{atm}$.

» Les volumes moléculaires des divers gaz prennent donc, sous la pression atmosphérique, avec ce choix particulier d'unités, des valeurs proportionnelles à $1-a$, $1-a'$, $1-a''$.... Soient d, d', d'',... leurs densités sous la pression atmosphérique, à la température considérée. Leurs poids moléculaires sont égaux aux produits des volumes moléculaires par les densités correspondantes, c'est-à-dire proportionnels à

$$(1-a)d, \quad (1-a')d', \quad (1-a'')d''.$$

» Nous obtenons ainsi, pour les poids moléculaires, un système de nombres proportionnels. Ce système est défini à une constante près. Pour le fixer entièrement, on sait qu'il faut assigner à l'un de ces nombres une valeur arbitraire. On a l'habitude de rapporter les poids moléculaires, soit à l'hydrogène, en posant $H^2 = 2$, soit à l'oxygène, en posant $O^2 = 32$.

» Nous adopterons cette dernière convention, et nous procéderons au calcul des poids moléculaires, sans autres données que celles de la densité des gaz sous la pression atmosphérique et de leur compressibilité au voisinage de celle-ci.

» Ces données ont déjà été déterminées avec soin par Regnault; mais on sait qu'au point de vue expérimental la précision des mesures de ce maître a été dépassée par certains physiciens modernes. En fait, il est peu de constantes physiques connues aujourd'hui avec autant d'exactitude que les densités des gaz permanents : rapportées

à l'oxygène, les mesures de Lord Rayleigh et de M. Leduc concordent à moins de $\frac{1}{20000}$ de leur valeur.

» D'autre part, dans une série d'études toutes récentes, ce dernier physicien a déterminé, avec sa précision habituelle, la compressibilité d'un grand nombre de gaz entre 1 et 2 atmosphères.

» Je lui emprunterai les données numériques (densités et coefficients de compressibilité à 0°) nécessaires aux calculs ([1]).

» Le Tableau suivant contient pour une série de gaz :

» 1° La valeur à 0° du coefficient a qui est connu, d'après M. Leduc, avec une précision de $\pm 0,00004$;

» 2° Le volume moléculaire $v_m = 1 - a$ du gaz à 0° et sous la pression atmosphérique;

» 3° La densité d du gaz par rapport à l'oxygène dans les mêmes conditions;

» 4° Le poids moléculaire M du gaz par rapport à celui de l'oxygène que l'on a posé, par définition, égal à 32,

$$M = \frac{1-a}{1-a_1} \times d \times 32,$$

a étant le coefficient défini plus haut pour le gaz et a_1 celui de l'oxygène;

» 5° Enfin, les poids atomiques μ de l'hydrogène et de l'azote, obtenus en divisant par 2 les poids moléculaires calculés précédemment, et le poids atomique du carbone, obtenu en retranchant O = 16 du poids moléculaire de l'oxyde de carbone.

	H.	Az.	CO.	O.
a........	− 0,00046	+ 0,00038	+ 0,00046	+ 0,00076
v_m.......	1,00046	0,99962	0,99954	0,99924
d.......	0,062865	0,87508	0,87495	1
M........	2,01472	28,0132	28,0068	32
μ.......	1,0074	14,007	12,007	16

» Je comparerai dans une Note prochaine les poids atomiques ainsi calculés, d'après deux données purement physiques, avec ceux que l'on déduit des analyses chimiques. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 648, 1897; t. CXXVI, p. 415; 1898. — *Journal de Physique*, janvier 1898.

Comme j'adopte ici une unité de pression soixante-seize fois plus forte que celle de M. Leduc, les coefficients a donnés dans ses Tableaux ont été multipliés par 76.

THERMODYNAMIQUE. — *Moteurs à combustion et haute compression.* Note de M. A. Witz, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les moteurs à gaz à explosion avaient éclipsé les moteurs à combustion; l'on paraissait avoir oublié ces ingénieuses machines, inventées par Siemens, Brayton, Simon, Crowe, Foulis, Gardie, etc., dont le cycle est si bien approprié néanmoins à la réalisation des grandes puissances que l'on a en vue aujourd'hui. M. Diesel, ingénieur à Munich, a ramené l'attention sur les avantages que procure la combustion graduelle, et un éclatant succès industriel est venu couronner ses efforts persévérants.

» La théorie des moteurs à gaz reçoit, dans cette circonstance, une confirmation nouvelle, qu'il est utile de relever : je demande à l'Académie la permission de rappeler la formule de rendement que j'ai établie, dès 1883, dans mes études sur les moteurs à gaz tonnant (1), parce qu'elle permettait de prévoir les résultats de M. Diesel.

» Le cycle des moteurs à combustion est constitué par quatre phases d'opérations, qu'il est aisé de décrire.

» On débute par une compression adiabatique, depuis la pression atmosphérique H jusqu'à une pression π, ayant pour effet d'élever la température du mélange tonnant de t à θ.

» La deuxième phase consiste en une combustion à pression constante, sous cette même pression π, dans laquelle la température passe de θ à T; la chaleur fournie par le foyer est égale à $C(T-\theta)$, C étant la chaleur spécifique des gaz sous pression constante.

» On procède ensuite à une détente adiabatique, qui ramène les gaz brûlés à la pression atmosphérique et conduit leur température à la valeur t'.

» Enfin, le cycle se ferme par une reprise de chaleur, qui fait contracter les gaz et rétablit les conditions initiales de température et de pression : la chaleur soustraite est égale à $C(t'-t)$, puisque cette dernière opération s'effectue sous la pression constante de l'atmosphère.

» Le cycle est donc limité par deux adiabatiques et par deux droites parallèles à l'axe des volumes.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXX.

» Le rendement se calcule aisément.

$$\rho = \frac{C(T-\theta) - C(t'-t)}{C(T-\theta)} = 1 - \frac{t'-t}{T-\theta}.$$

» Or, les transformations adiabatiques nous donnent les relations

$$\frac{t}{\theta} = \left(\frac{H}{\pi}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \text{et} \quad \frac{t'}{T} = \left(\frac{H}{\pi}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}};$$

par suite,

$$\frac{t}{\theta} = \frac{t'}{T} = \frac{t'-t}{T-\theta},$$

d'où

$$\rho = 1 - \frac{t}{\theta}.$$

» Un cycle de Carnot eût donné un rendement supérieur qui eût été égal à $1 - \frac{t}{T}$; notre cycle a donc un rendement générique plus petit que l'unité. Mais, à la limite, ce rendement pourrait être atteint, si t était égal à θ; il est vrai qu'alors le travail tendrait vers zéro. Le cycle classique de Joule a la même propriété.

» Le travail développé croît avec l'écart de T et de θ; mais le rendement du cycle est indépendant des valeurs de T. Nous voyons donc que le rendement absolu reste le même, quel que soit le travail; en d'autres termes, le rendement est le même à pleine et demi-charge, propriété précieuse à laquelle on attache un grand prix.

» La puissance d'un moteur, fonctionnant suivant ce cycle, se réglerait pratiquement par la durée de la combustion et la quantité de chaleur cédée dans la première phase, c'est-à-dire par l'écart de T et de θ. Un tel moteur pourrait avoir des dimensions exiguës, attendu que l'aire du cycle est considérable, et bien plus grande que celle des moteurs à explosion; la douceur de sa marche serait remarquable, vu que la pression reste constante, durant toute la phase d'admission.

» C'est la valeur de θ et, par conséquent, le degré de compression qui font le rendement de ce cycle. Or, supposons que l'on puisse comprimer le mélange à 250 atmosphères; dans ce cas

$$\theta = t.(250)^{0,23} = t.3,56$$

et

$$\rho = 1 - \frac{1}{3,56} = 0.719.$$

» Ce rendement extraordinaire est le triomphe de la haute compression préalable; il n'a pas d'autre cause.

» Mais on pourrait se contenter d'une compression moindre; or, pour 35 atmosphères on trouve encore que ρ est égal à 0,557. C'est un chiffre auquel la théorie ne nous avait guère habitués, et qui fait pâlir le rendement de la plus brillante machine à vapeur.

» La machine Diesel elle-même, dont on a tant exalté les promesses, ne donne pas de rendements théoriques supérieurs à ceux que nous venons de calculer pour les moteurs à combustion et haute compression.

» La compression de 250 atmosphères est celle qu'avait rêvée le savant ingénieur allemand, celle de 35 atmosphères est celle qu'il a eu le rare mérite de réaliser; appliquées au cycle classique des moteurs à combustion, elles produiraient les mêmes merveilles que dans le moteur Diesel. Le moteur à combustion a par ailleurs les mêmes avantages que le nouveau moteur, au point de vue de la puissance, de l'élasticité, de l'exiguïté des dimensions et du reste. Son cycle a même pour lui un avantage supérieur, celui d'être aisément réalisable et de n'être pas sensiblement déformé quand on passe de la théorie à l'application. Le moteur Gardie l'a prouvé.

» C'est donc dans la forte compression rendue possible par M. Diesel qu'il faut chercher la cause du succès obtenu. Le perfectionnement est d'ordre pratique; cela n'en diminue pas la grande valeur, que je désire voir proclamer hautement; mais il m'a paru utile de démontrer que le cycle ancien des moteurs à combustion n'avait pas besoin d'être modifié pour donner ces rendements théoriques considérables, qui ont provoqué tant d'espérances et suscité tant d'efforts. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le champ hertzien*. Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Pour concentrer le champ que crée autour de lui un excitateur de Hertz, on se sert ordinairement de deux fils parallèles. Dans une précédente Communication [1], j'ai établi que, outre le système de ventres et de nœuds que décèle le résonateur déplacé dans la position classique (position I), il en existait un autre, échangeant avec le premier ses sec-

---

[1] *Comptes rendus*, 31 janvier 1898. — *Procès-verbaux de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 20 janvier 1898.

tions nodales en sections ventrales et inversement, mis en évidence par le déplacement du résonateur dans les deux positions II et III.

» Ces faits conduisent à assimiler le champ à deux fils à un tuyau sonore où se trouveraient étagées des régions alternativement nodales et ventrales et où le résonateur servirait d'appareil investigateur. Il y a lieu de se demander quel est le rôle joué, dans ce phénomène, par chacun des fils pris isolément.

» I. Propriétés du champ hertzien concentré par un fil unique. — Tant pour cette étude en elle-même que pour sa comparaison avec celle du champ à deux fils, on s'est astreint à déplacer le résonateur dans trois séries de positions différentes :

» 1° *Positions symétriques.* — Le fil est perpendiculaire en son centre au plan du résonateur pour la position I, coïncide avec un de ses diamètres pour les positions II et III, d'ailleurs identiques.

2° *Positions dissymétriques.* — Le fil perpendiculaire en un point du cercle résonateur, autre que le centre pour la position I, coïncide avec une corde de ce cercle pour les positions II ou III.

» 3° *Positions extérieures.* — Le centre du résonateur est situé assez loin du fil pour que son cercle ne le rencontre plus. Les positions I, II et III sont ici toutes trois distinctes.

» *Résultats : Positions symétriques. — Position I.* — 1° Le résonateur décèle un système de ventres et de nœuds dont l'extrémité libre du fil est un ventre; l'intensité du phénomène est des plus faibles; il doit être rapporté au fait d'une dissymétrie impossible à éviter; 2° L'intensité très faible est la même dans tous les azimuts.

» *Positions II et III.* — 1° Système de ventres et de nœuds alternant avec les précédents, l'extrémité libre du fil est un nœud; 2° Extinction quand le rayon du micromètre coïncide avec la direction du fil.

» *Positions dissymétriques. — Position I.* — 1° Même système que précédemment; les phénomènes sont ici d'intensité très appréciable; 2° Extinction ou minimum d'effet quand le rayon du micromètre passe par le fil.

» *Positions II et III.* — 1° Même système que dans les positions symétriques correspondantes; 2° Minimum d'effet quand le rayon du micromètre est perpendiculaire à la direction du fil.

» *Positions extérieures. — Position I.* — 1° Même système que les précédents; 2° Extinction ou minimum d'effet lorsque le prolongement du rayon du micromètre passe par le fil.

» *Position II.* — 1° Même système que dans les positions II précédentes;

2° Minimum d'effet quand le rayon du micromètre est perpendiculaire à la direction du fil.

» *Position III.* — 1° Même système que dans les positions III précédentes : 2° Extinction ou minimum d'effet quand le rayon du micromètre est parallèle au fil.

» *Résonateur à coupure.* — Donne mêmes résultats qu'un résonateur complet, la coupure se substituant au micromètre suivant une loi précédemment énoncée.

» II. Comparaison des propriétés du champ a un fil et du champ a deux fils. — Le résonateur était placé, lorsqu'un seul fil concentrait le champ, dans les situations mêmes qu'il devait occuper pour les positions I, II, III lorsqu'on ajoutait le second fil.

» Voici les mesures des distances explosives maxima au micromètre qui permettent la comparaison mieux que tout énoncé :

		I. 0°.	I. 270°.	II. 0°.	II. 270°.	III. 0°.	III. 270°.
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
Champ à un fil....	V...	0,135	0,038	0,563	0,323	0,015	0,008
	N...	0,060	0,022	0,225	0,240	0,008	0,000
Champ à deux fils..	V..	0,240	0,038	1,500	1,410	0,038	0,023
	N...	0,090	0,030	1,125	1,028	0,023	0,015

» Bien que chacun des fils se montre l'analogue d'un tuyau sonore et que les sections nodales et ventrales de ces deux tuyaux parallèles coïncident, on ne doit pas considérer les points en regard sur les deux fils comme étant à chaque instant identiques.

» Soient, en effet, A et B les deux plaques de l'excitateur placées parallèlement. Appelons a, a' deux plaques métalliques parallèles situées en regard de A, et b', b, deux plaques identiques en regard de B ; soient 1 et 2 les deux fils concentrant le champ. Nous indiquerons que le fil 1 a été relié à la plaque a par le symbole 1-a.

» 1° Les champs à un fil 1-a, 1-a', 1-b, 1-b', 2-a, 2-a', 2-b, 2-b' donnent les mêmes systèmes de ventres et de nœuds ;

» 2° Les champs à deux fils 1-a et 2-b, 1-a et 2-b, 1-a et 2-b', 1-a et 2-b donnent les mêmes systèmes de ventres et de nœuds, identiques en position aux précédents ;

» 3° Les champs à deux fils 1-a et 2-a', 1-b' et 2-b ne donnent plus aucun système de ventres et de nœuds. Il y a *interférence* tout le long du champ. A chaque instant, l'effet produit par le fil 1 sur le résonateur est annulé par l'effet du fil 2.

» *Expérience I.* — Si, dans le cas d'un champ interférent à deux fils, on place le résonateur dans la position I de telle sorte que les fils soient perpendiculaires en deux points situés dans le même demi-cercle par rapport au diamètre du micromètre, les actions des deux fils sur le résonateur s'ajoutent au lieu de se détruire.

» *Expérience II.* — Si, dans le cas d'un champ interférent à deux fils, on augmente l'un des fils d'un quart de longueur d'onde, on fait, par là même, cesser l'interférence.

» *Expérience III.* — Si enfin, dans le cas d'un champ interférent à deux fils, on intercale, entre deux points de l'un des fils, une longueur de fil de $\frac{\lambda}{2}$, l'interférence cesse à partir du point d'intercalement. Au contraire, dans le cas du champ ordinaire à deux fils, l'interférence se manifeste à partir du point d'intercalement.

» Ces différentes expériences montrent en définitive :

» 1° Que chaque fil du champ ordinaire à deux fils constitue, pris isolément, un système de ventres et nœuds offrant à l'extrémité libre un ventre de la position I, un nœud des positions II et III;

» 2° Que l'état électrique de deux ventres en regard pris sur chacun des fils n'est cependant pas identique, mais de signes contraires, ce qui explique le renforcement des phénomènes que produit l'addition du second fil dans le champ ordinaire à deux fils. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un iodure de tungstène* [1]. Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. Moissan.

« Différentes réactions ont été tentées pour préparer les iodures de tungstène. Von Borch [2] essaya vainement l'action du chlorure en vapeurs sur l'iodure de potassium et sur l'iodure d'argent; il n'eut pas plus de succès en faisant passer un mélange de vapeurs du même chlorure et d'acide iodhydrique dans un tube chauffé au rouge.

» M. Riche [3] signala le premier un iodure de tungstène; M. Roscoe [4],

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) Von Borch, *Jahreste für* 1851, p. 344.

(3) Riche, *Annales de Chimie et de Physique*, t. L, p. 5; 1857.

(4) Roscoe, *Chem. News*, t. XXV, p. 61; 1872.

dans son remarquable Mémoire sur les composés halogénés de ce métal, en donna la composition; ces deux savants l'obtenaient en faisant agir l'iode sur le métal préparé par réduction de l'acide tungstique par l'hydrogène.

» L'action de l'acide iodhydrique sec sur un chlorure ayant donné, dans quelques cas, de très bons résultats, nous avons pensé à utiliser cette réaction.

» *Préparation.* — Le métal fondu, préparé au four électrique par la méthode de M. Moissan ([1]), est placé, dans une nacelle, au milieu d'un tube de verre vert traversé par un courant de chlore; on chauffe au rouge sombre et, en employant les précautions indiquées par M. Roscoe, on obtient l'hexachlorure pur sublimé; on chasse alors le chlore de l'appareil par un courant d'acide carbonique sec, puis on fait passer l'acide iodhydrique gazeux sec en chauffant pendant une heure environ vers 400° la partie du tube où s'était déposé primitivement l'hexachlorure. Au commencement de la réaction il y a un abondant dépôt d'iode; on obtient finalement une masse infusible brune; on la lave d'abord au sulfure de carbone pur et sec pour lui enlever un peu d'iode libre, on sèche à l'air, on reprend par l'alcool à 95° et l'on sèche définitivement à l'étuve à 110°.

» Cette préparation exige quelques précautions : il ne faut pas chauffer au-dessus de 500°, pour éviter un commencement de réduction par l'acide iodhydrique à cette température, et il est préférable d'opérer sur l'hexachlorure sublimé plutôt que sur le fondu.

» *Analyse.* — On place l'iodure dans une nacelle disposée dans un tube de verre et l'on chauffe en faisant passer lentement un courant d'air; l'iode qui provient de la décomposition est entraîné et reçu dans un récipient contenant une solution aqueuse d'acide sulfureux ; on le dose à l'état d'iodure d'argent; on le transforme ensuite en chlorure, comme vérification; l'acide tungstique qui reste dans la nacelle est pesé; de son poids on déduit la quantité de métal.

» Nous avons ainsi trouvé :

	Trouvé.			Calculé pour TuI^2.
Tu	42,16	42,20	42,24	42,01
I	»	56,82	57,40	57.99
		99,02	99,64	100,00

» *Propriétés.* — L'iodure de tungstène TuI^2 se présente sous la forme d'une poudre brune amorphe, insoluble dans l'eau, le sulfure de carbone et l'alcool.

» Il est infusible, n'est pas volatil sans décomposition, en donnant, au contact de l'air, de l'iode et de l'acide tungstique.

» Sa densité est 6,9 à 18°.

» L'hydrogène est sans action jusque vers 500°; au-dessus de cette température l'iodure est réduit avec départ d'iode.

([1]) H. Moissan, *Recherches sur le tungstène* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 13).

» Le chlore l'attaque vers 250° pour donner le chlorure correspondant; si l'on élève la température il se forme les composés plus chlorés.

» Le brome ne donne le bromure correspondant que vers 350°.

» Le soufre et le phosphore fournissent des composés sulfurés et phosphorés.

» L'eau n'agit que très lentement à froid et plus rapidement à l'ébullition; en vapeurs il se forme l'oxyde bleu.

» L'acide carbonique n'a d'action que vers 500° et donne alors un corps brun, non volatil, infusible, qui, sous l'influence d'une légère élévation de température, brûle à l'air comme de l'amadou pour donner de l'acide tungstique.

» L'acide iodhydrique gazeux agit comme l'hydrogène vers 500° à 600°.

» Les solutions aqueuses d'acide chlorhydrique, d'acide fluorhydrique ne l'attaquent que très lentement; l'acide azotique, l'acide sulfurique, l'eau régale le décomposent à l'ébullition et laissent un résidu d'acide tungstique.

» L'iodure de tungstène est facilement attaqué par la potasse aqueuse, et très vivement, avec départ d'iode, par la potasse fondue, ainsi que par les carbonates alcalins fondus et les mélanges d'azotate et de carbonate.

» En résumé, il est facile de préparer l'iodure TuI^2 par l'action de l'acide iodhydrique sec sur l'hexachlorure de tungstène pur. »

THERMOCHIMIE. — *Bases quinoléiques*. Note de M. **Marcel Delépine**.

« Je me suis proposé d'étudier quelques bases quinoléiques au point de vue thermochimique, afin de déterminer les variations thermiques qui accompagnent leur formation qui, on le sait, se ramène presque toujours à l'action d'une aldéhyde, d'une acétone, ou de toute substance pouvant donner naissance à ces fonctions, sur une amine aromatique primaire plus ou moins complexe. J'ai également étudié les chlorhydrates de ces bases, pour déterminer l'intensité de leur basicité.

» Nous ne possédons pas de données sur ces sujets. Je me suis adressé à la quinoléine, à la quinaldine et à leurs tétrahydrures :

» 1° *Quinoléine du goudron* C^9H^7Az. — Bouillant à 237°, fixe. Chaleur de combustion par gramme, $8701^{cal},7$; $8684^{cal},4$ et $8707^{cal},3$.

» 1° *bis. Quinoléine synthétique* C^9H^7Az. — Très pure, bouillant à 236°. Chaleur de combustion par gramme, $8707^{cal},7$.

» La presque identité des deux séries de chiffres indique que la base du goudron avait été suffisamment bien rectifiée. On peut donc prendre la moyenne des quatre nombres, soit $8700^{cal},3$; ce qui donne, pour l'état liquide :

		cal
Chaleur de combustion moléculaire	à volume constant.....	1122,3
	à pression constante...	1123,0
Chaleur de formation moléculaire........................		—32,8

» 2° *Tétrahydroquinoléine* $C^9H^{11}Az$. — Ébullition fixe à 248°, sous 755mm; est devenue solide quelque temps après sa préparation.

» La combustion d'un gramme, sous forme liquide, a fourni 9221cal, 1; 9234cal, 7; 9210cal, 0, 9223cal, 4; en moyenne, 9222cal, 3.

» Soit, pour une molécule = 133gr, à l'état liquide :

		cal
Chaleur de combustion	à volume constant	1226,56
	à pression constante	1227,8
Chaleur de formation		+ 0,4

» 3° *Quinaldine* ou *α-méthylquinoléine* $C^6H^4\begin{cases}CH = CH \\ Az = C.CH^3\end{cases} = C^{10}H^9Az$. — Formée par réaction du paraldéhyde sur l'aniline en milieu chlorhydrique. Ébullition, 246°-248°; analyses très concordantes de la base et de son chlorhydrate; ce dernier ne se colorait pas en vert par AzO^3H. Cette base a donné par gramme : 8990cal, 4; 8991cal, 0; 9003cal, 3; en moyenne, 8994cal, 9.

» Soit pour une molécule = 143gr, à l'état liquide :

		cal
Chaleur de combustion	à volume constant	1286,27
	à pression constante	1287,25
Chaleur de formation		—33,75

» 4° *Tétrahydroquinaldine* $C^6H^4\begin{cases}CH^2 - CH^2 \\ AzH - CH - CH^3\end{cases} = C^{10}H^{13}Az$. — Bouillant à 253°; contenant pour 100 : C, 81,55; H, 8,82 au lieu de C, 81,63; H, 8,84. Sa combustion a donné par gramme :

9403cal, 1 et 9380cal, 0; moyenne... 9391cal, 6.

» D'où l'on déduit, pour 1 molécule = 147gr à l'état liquide :

Chaleur de combustion	à volume constant	1380cal, 56
»	à pression constante	1382cal, 1
Chaleur de formation		+ 9cal, 1

» *Chlorhydrates.* — La quinoléine absorbe, à 10°, l'eau dans la proportion de $1,5H^2O$ pour C^9H^7Az; elle se dissout elle-même dans l'eau à raison de 6 pour 100, à 10°; j'ai mesuré non seulement la chaleur de saturation de la quinoléine liquide par HCl, mais encore celle de son hydrate et de sa solution aqueuse. Le Tableau ci-dessous résume ces expériences et celles relatives aux trois autres bases; chacun des chiffres est la moyenne de deux ou trois déterminations concordant à 0cal, 1 près et faites à 10° environ. J'y ai joint, à titre de comparaison, les données connues pour l'aniline.

Chaleurs de saturation.

Bases.	Bases liquides. HCl dissous. HCl (4^{lit}).	Bases liquides. Sel dissous. 2HCl (6^{lit}).	HCl gaz. Sel solide.	Tout dissous.	Chaleur de dissolution des chlorhydrates. (1 molécule = 4^{lit})
	cal	cal	cal	cal	cal
Quinoléine anhydre	6,46	6,58	26,80	5,46	— 2,95
Quinoléine hyd. 1,5H^2O	5,23	»	»	»	»
Hydroquinoléine	7,15	7,25	28,05	»	— 3,50
Quinaldine	8,80	8,85	28,10	»	— 1,90
Hydroquinaldine	8,45	8,50	27,85	»	— 2,0
Aniline	7,44	8,34	27,57	7,44	— 2,73

» On constate le plus grand parallélisme avec le chlorhydrate d'aniline; sauf dans l'addition d'une nouvelle molécule de HCl dissous, qui produit beaucoup moins d'effet sur les bases quinoléiques que sur l'aniline. La réaction : base liq. + HCl gaz = sel solide dégage une quantité de chaleur presque égale dans toute la série.

» En ce qui concerne la quinoléine dans ses rapports avec l'eau, on déduit des données précédentes :

$$C^9H^7Az \text{ liq.} + \text{eau} = C^9H^7Az \text{ diss} \ldots\ldots + 1^{cal}$$
$$C^9H^7Az \text{ liq.} + 1,5H^2O \text{ liq.} = C^9H^7Az, 1,5H^2O \text{ liq} \ldots\ldots + 1,23$$
$$C^9H^7Az, 1,5H^2O + \text{eau} = C^9H^7Az \text{ diss} \ldots\ldots + 0,23$$

» La valeur absolue de ce dernier chiffre ne saurait être garantie, mais son signe me paraît certain; quant à l'hydrate, sa faible chaleur de formation répond bien à son instabilité; la chaleur de la main le décompose partiellement.

» Examinons maintenant les conséquences de toutes ces données relativement aux synthèses des bases quinoléiques et à leur hydrogénation, en ne prenant que quelques réactions calculables; on trouve les résultats suivants :

$$\underbrace{C^6H^7Az \text{ liq.}}_{\text{Aniline.}} + \underbrace{C^3H^8O^3 \text{ liq.}}_{\text{Glycérine.}} = \underbrace{C^9H^7Az \text{ liq.}}_{\text{Quinoléine.}} + 3H^2O \text{ liq.} + H^2 \ldots\ldots + 23^{cal},7$$

$$\underbrace{C^6H^4\begin{cases}CH^3\\ AzH^2 \text{ liq.}\end{cases}}_{o\text{-toluidine.}} + \underbrace{\begin{matrix}OH.C\\ | \\ OH-C \text{ diss.}\end{matrix}}_{\text{Glyoxal.}} = \underbrace{C^6H^4\begin{cases}CH=CH\\ \quad\quad | \\ Az\ = CH \text{ liq.}\end{cases}}_{\text{Quinoléine.}} + 2H^2O \text{ liq.} \ldots\ldots + 15,7$$

$$\underbrace{C^6H^7Az \text{ liq.}}_{\text{Aniline.}} + \underbrace{\tfrac{2}{3}(C^2H^4O)^3}_{\text{Paraldéhyde.}} = \underbrace{C^{10}H^9Az \text{ liq.}}_{\text{Quinaldine.}} + 2H^2O \text{ liq.} + H^2 \text{ gaz} \ldots\ldots + 4,4$$

et, si l'on tient compte de ce fait réel que l'hydrogène ne se dégage pas mais se fixe sur la quinaldine, on aura

$$2\,C^6H^7Az\ \text{liq.} + \tfrac{4}{3}(C^2H^4O)^3 = \underbrace{C^{10}H^9Az\ \text{liq.}}_{\text{Quinaldine.}} + \underbrace{C^{10}H^{13}Az\ \text{liq.}}_{\text{Hydroquinaldine.}} + 4\,H^2O. \quad +2\times 25^{cal},9$$

et ainsi de suite; on pourrait multiplier les exemples. Ce qu'il importe de retenir, d'une part, c'est qu'il y a toujours un dégagement de chaleur considérable, comparable, pour chaque molécule d'amine entrée en jeu, à celui qui se produit dans la formation des glyoxalidines et à propos duquel on pourrait reproduire les arguments que j'ai développés sur l'impossibilité de réhydrater ces bases, impossibilité qui apparaîtra ici encore plus absolue, si l'on observe que la présence d'acides ne modifie pas d'une manière sensible la chaleur dégagée, puisque la chaleur de saturation de l'aniline génératrice est fort voisine de celle des bases quinoléniques. D'autre part, si l'on considère que c'est l'eau formée qui emporte toute la chaleur dégagée, on s'expliquera la petitesse des chaleurs de formation des bases quinoléiques, leur polymérisation possible, leur aptitude à donner des produits d'addition et, en quelque sorte, leur rôle de radical.

» En particulier, la fixation de l'hydrogène est passablement exothermique; on a :

$$C^9H^7Az\ \text{liq.} + 2\,H^2\ \text{gaz.} = C^9H^{11}Az\ \text{liq.} \ldots\ldots\ldots \quad +2\times 16^{cal}.6$$
$$C^{10}H^9Az\ \text{liq.} + 2\,H^2\ \text{gaz.} = C^{10}H^{13}Az\ \text{liq} \ldots\ldots\ldots \quad +2\times 21^{cal},5$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison des bases organiques avec divers sels oxygénés.* Note de M. D. Tombeck, présentée par M. Ditte.

« J'ai montré précédemment ([1]) que l'aniline et ses dérivés, ainsi que les bases de la série pyridique, pouvaient, comme l'ammoniaque, en se combinant aux sels haloïdes du zinc et du cadmium, donner des corps bien cristallisés dont j'ai indiqué la composition et les propriétés. Depuis, des composés analogues, renfermant de l'aniline, m'ont été fournis par les sels correspondants du nickel, du cobalt, du magnésium et du manganèse, dans des conditions peu différentes.

» L'aniline peut, comme l'ammoniaque encore, se combiner aussi à divers sels oxygénés. Une méthode générale de préparation des composés

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 961. — *Id.,* p. 1531.

qu'elle forme dans ce cas consiste à verser de l'aniline en excès dans une dissolution du sel métallique oxygéné; par agitation, il se forme un précipité cristallisé.

» I. Sulfates. — 1° *Sel de cadmium.* — Avec le sulfate de cadmium, par exemple, on obtient un dépôt blanc, cristallin, insoluble dans l'alcool et dans l'éther, ce qui permet de le laver et de le débarrasser de l'aniline en excès; il se dissout lentement et en petite quantité dans l'eau, quand on élève la température. La liqueur filtrée laisse déposer, par refroidissement, des groupes de cristaux lamellaires, blancs, opaques. Ils jaunissent au bout de quelque temps, même dans leur eau-mère, quand on les expose à l'oxygène de l'air. Quelquefois ils se réunissent au fond du vase, formant des sphères constituées par des cristaux rayonnant autour d'un centre. Une fois séchés, ils sont brillants et doux au toucher, comme l'acide borique en paillettes. Quand on les chauffe, ils perdent de l'aniline qui, à une température suffisamment élevée, s'enflamme et qui, par une calcination un peu prolongée, disparaît entièrement, entraînant avec elle l'acide sulfurique et laissant de l'oxyde de cadmium comme résidu. La composition de ces cristaux répond à la formule $SO^4Cd(C^6H^7Az)^2$.

	Trouvé.		Calculé.
Cd	28,49	Cd	28,43
SO^4	24,52	SO^4	24,36
Aniline	46,99	Aniline	47,21
	100,00		100,00

» 2° *Sel de zinc.* — Le composé du zinc s'obtient aussi directement, en versant de l'aniline dans une dissolution concentrée et froide de sulfate de zinc. En agitant pour favoriser la dissolution de l'aniline, on voit, au bout d'un certain temps, la liqueur se troubler : si on l'abandonne à elle-même, il se dépose sur les parois, et principalement aux points touchés par l'agitateur, de très petits cristaux auxquels l'analyse conduit à attribuer la formule $SO^4Zn(C^6H^7Az)^2$.

» Ce composé présente un aspect tout à fait analogue à celui du précédent. Quand il est sec, il affecte comme lui la forme de paillettes brillantes, douces au toucher, peu solubles dans l'eau froide. L'eau chaude le décompose et, en même temps que l'oxyde de zinc mis en liberté trouble la liqueur, on perçoit l'odeur d'aniline. La chaleur le détruit : l'aniline brûle, entraînant avec elle l'acide sulfurique, et il reste à la température du rouge un résidu d'oxyde de zinc.

» 3° *Sel de magnésium.* — Quand, après avoir mélangé deux solutions alcooliques, l'une de sulfate de magnésium, l'autre d'aniline, on vient à élever la température, on voit se former des aiguilles soyeuses extrêmement fines, dont la composition, analogue à celle des composés du zinc et du cadmium, peut être représentée par

$$SO^4Mg(C^6H^7Az)^2.$$

» 4° *Sels de nickel et de cobalt.* — Les sulfates de nickel et de cobalt donnent, en s'unissant à l'aniline, le premier un sel vert clair en très petits cristaux qui contiennent six molécules d'aniline pour une de sulfate : sa composition répond donc à la

formule $SO^4Ni(C^6H^7Az)^6$; le second, un composé moins riche en aniline et qui renferme $SO^4Co(C^6H^7Az)^4$. Celui-ci, après avoir été lavé à l'éther et séché, est une poudre cristalline rose qui, sous l'influence de la chaleur, perd son acide sulfurique et son aniline, laissant comme résidu de l'oxyde de cobalt.

» 5° *Sel de cuivre.* — Avec quelques précautions particulières, on peut obtenir une combinaison du sulfate de cuivre avec l'aniline. Le sulfate de cuivre doit être dissous dans de l'eau parfaitement privée d'air. La solution d'aniline doit être préparée avec les mêmes précautions; si alors on verse un excès de cette dernière dans le sulfate de cuivre, on voit immédiatement se former un précipité cristallin vert clair, que l'on peut dessécher sur une plaque poreuse, dans une atmosphère d'acide carbonique. Ces cristaux sont en effet altérables à l'air qui les rend brun foncé. Le même fait se produit au sein de la liqueur qui leur a donné naissance quand on emploie de l'eau non privée d'air. L'eau chaude les décompose, et la chaleur fait de même.

» Leur composition répond à la formule

$$SO^4Cu(C^6H^7Az)^2.$$

» II. Azotates. — Les sulfates ne sont d'ailleurs pas les seuls sels oxygénés capables de s'unir avec l'aniline. Les azotates de cadmium, de zinc, de magnésium se combinent aussi avec cette base pour donner par la même méthode des sels parfaitement cristallisés.

» Ainsi, quand on verse de l'aniline dans une dissolution d'azotate de cadmium faite dans un mélange à parties égales d'eau et d'alcool, puis qu'on évapore la liqueur, on obtient de petits cristaux incolores dont la composition peut être représentée par $(AzO^3)^2Cd(C^6H^7Az)^2$. Sous l'action de la chaleur, ces cristaux se décomposent eux aussi; ils perdent d'abord leur aniline qui brûle, puis l'azotate se décompose avec déflagration en laissant de l'oxyde de cadmium. Ils sont solubles dans l'eau qui, en même temps, les décompose : la dissolution chaude ne se trouble pas, mais l'aniline vient se rassembler en gouttelettes huileuses à la surface. L'éther ne les dissout pas, ce qui permet de les purifier.

» Les azotates de zinc et de magnésium donnent des combinaisons du même genre :

$$(AzO^3)^2Zn(C^6H^7Az)^2,$$
$$(AzO^3)^2Mg(C^6H^7Az)^2.$$

» III. Autres sels. — Les acétates de zinc, de cadmium et de quelques autres métaux donnent, dans des conditions peu différentes, des composés cristallisés dont je poursuis l'étude.

» *Toluidines.* — L'orthotoluidine et la paratoluidine donnent avec les sels oxygénés des composés du même genre que ceux de l'aniline. Ainsi une solution aqueuse et bouillante de sulfate de cadmium agitée pendant longtemps avec de l'orthotoluidine, puis mélangée avec de l'alcool, donne lieu à un dépôt de cristaux qui renferment $SO^4Cd(C^7H^9Az)^2$. Deux solutions, l'une de sulfate de zinc, l'autre de paratoluidine, mélangées fournis-

sent immédiatement un abondant précipité cristallin. Il en est de même de la paratoluidine en solution aqueuse mélangée à une dissolution très étendue de sulfate de cuivre.

» Je décrirai ailleurs les composés renfermant des toluidines. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur quelques stades de l'évolution des* Urnes. — Note de MM. **J. Kunstler** et **A. Gruvel**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nous avons déjà publié une Note ([1]) sur l'ensemble du développement des *Urnes* de la cavité générale du Siponcle. Depuis cette époque, nous avons réussi à cultiver ces formations particulières pendant des périodes plus ou moins prolongées, parfois même jusqu'à une douzaine de jours. Nous avons eu ainsi la possibilité d'observer, d'une façon précise, la marche de l'évolution des principales parties de leur corps.

» Le sujet de la présente Note consiste dans la description de quelques stades particulièrement intéressants de ce développement.

» Rappelons très rapidement que les corps reproducteurs les plus élémentaires, observés à l'époque de leur production, sont de simples petites masses amiboïdes, contenant, à leur intérieur, au moins deux éléments de constitution cellulaire, à contours bien limités, et affectant l'apparence, l'une, d'une vésicule claire, l'autre, d'une vésicule sombre, se touchant au sein de la masse amiboïde.

» La cellule claire grossira beaucoup plus vite que sa congénère foncée; elle est destinée à devenir une portion particulière de l'Urne, comparable à une sorte de flotteur; elle fera vite saillie à la surface libre, tandis que la masse amiboïde se condensera au pôle qui correspond à la deuxième cellule, et s'organisera en un anneau locomoteur garni de longs cils.

» C'est à ce stade de l'évolution que commencera notre description, destinée à montrer de quelle manière cette formation, primitivement simple, se transforme progressivement, de façon à acquérir une complexité inattendue, et, d'un élément amiboïde, constituer un corps, qui, malgré sa petitesse, a déjà la constitution fondamentale des *Urnes*.

» L'élément vésiculaire clair, devenu vite notablement plus grand que le reste du corps, invagine assez profondément son pôle proximal, c'est-à-dire celui qui est plongé dans le protoplasma du corps. Dans la dépression ainsi constituée vient se loger la cellule sombre, qui y est enfoncée au

([1]) J. Kunstler et A. Gruvel, *Comptes rendus*, 8 février 1897.

moins jusqu'à sa région équatoriale. Tout autour de cet élément, à la limite circulaire qui le sépare de la grande vésicule claire, s'est amassé le protoplasma amiboïde, en une sorte d'anneau circulaire flagellifère. La formation tout entière est donc alors constituée, d'abord, par une grande cellule nucléée et transformée en une vésicule claire, ensuite par une cellule nucléée plus petite et plus sombre, à moitié invaginée dans la première, et enfin, par un anneau cilié, d'où part une couche protoplasmique d'une grande hyalinite, qui recouvre la vésicule sombre du côté du pôle postérieur, c'est-à-dire celui qui est toujours en arrière pendant la locomotion. De cette couche plasmique mince semblent souvent saillir des pseudopodes adhésifs.

» Bientôt apparaît un nouvel élément cellulaire, dont le rôle et l'avenir sont de la plus haute importance. C'est une cellule globuleuse, due sans doute à un bourgeon de l'élément sombre et qui s'observe à l'extrémité postérieure de celui-ci. Cette cellule ne reste pas longtemps isolée. Elle ne tarde pas à s'allonger et, par une sorte de division directe, à se partager en deux éléments nouveaux, qui se séparent l'un de l'autre pour aller se poster vers le bord interne de l'anneau cilié.

» Par une multiplication ultérieure de ces deux cellules, apparaissent d'autres éléments analogues, de plus en plus nombreux, se disposant en un anneau qui devient plus tard une véritable membrane cellulaire continue et qui revêt la région postérieure du corps.

» Il est à remarquer que, quoique l'ensemble de ces phénomènes constitue une succession ininterrompue, il est cependant des stades plus fréquents les uns que les autres et qui correspondent peut-être à des sortes de phases de repos. C'est ainsi que l'on trouve très souvent des formes à cinq éléments cellulaires, symétriquement disposés tout contre le bord interne de l'anneau cilié qui, lui, présente aussi un contour plus ou moins régulièrement pentagonal.

» A ce stade, qui est le plus fréquent et qui semble correspondre à la période de la vie que l'on peut qualifier d'*adulte*, la vésicule claire est très bombée en avant, mais rétrécie du côté du disque cilié, de façon à présenter une configuration piriforme, allongée.

» D'un autre côté, l'ensemble de tous les corps qui constituent le disque structuré postérieur présente aussi une épaisseur appréciable, d'où il résulte que le diamètre antéro-postérieur de ces formes est le plus considérable et, grâce à un aplatissement du haut en bas, il existe ainsi une symétrie bilatérale nettement caractérisée, dans laquelle l'axe antéro-postérieur est le plus long, l'axe transversal moyen et l'axe sagittal le plus court. Le mouvement se fait dans le sens de l'axe antéro-postérieur; il est rectiligne et la vésicule claire est toujours en avant. On les voit traverser le liquide en repoussant les obstacles devant eux, à la manière des *Orthonectides*.

» En avançant en âge ou en évolution, soit que l'élément ait atteint sa période sénile, soit plus hâtivement dans les cultures, sous l'influence des mauvaises conditions ambiantes, il se produit un changement profond qui aboutit à la constitution de ces vastes formations ciliées, à mouvements chancelants, déjà signalées dans notre première Note.

» Cet état nouveau est caractérisé par une constitution particulière et bien différente de tout ce qui a été vu jusqu'ici.

» Le plus grand diamètre est transversal, et le corps tout entier a la forme d'un disque aplati, relativement énorme, dû à un élargissement considérable qui se produit en même temps qu'une multiplication cellulaire abondante.

» Les éléments cellulaires qui se sont produits au pôle postérieur deviennent, en effet, fort nombreux, et s'étendent en une membrane qui recouvre toute cette région. Une différenciation assez nette s'établit entre ces cellules, suivant l'endroit où on les considère.

» Celles qui se trouvent à la limite du disque cellulaire, au point où l'anneau cilié se termine intérieurement, conservent leur constitution primitive d'éléments globuleux à gros noyaux. Les autres, au contraire, subissent une transformation particulière, rappelant certains tissus d'êtres plus élevés. Elles s'aplatissent et deviennent des éléments lamelleux, à région centrale plus épaisse, lenticulaires, contenant le noyau, et se touchant par leurs bords minces, de façon à former un ensemble membraniforme continu.

» Dans ces individus, l'élargissement considérable du corps n'a pas porté sur l'élément cellulaire sombre primitif, qui, du reste, ne paraît plus jouer qu'un rôle restreint dans l'ensemble de cette évolution, et qui n'apparaît plus alors que sous la forme d'une petite vésicule claire, contenant un noyau sombre, et très aplatie d'avant en arrière, au milieu du disque pluricellulaire.

» Nous savons déjà que cet état particulier correspond à la dernière période de la vie de ces formations, précédée de phénomènes reproducteurs spéciaux dont la description succincte a été donnée antérieurement. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'encéphale des Glycériens*. Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le prostomium des Glycériens a la forme d'une languette généralement très effilée, dont la longueur peut atteindre, comme chez la *Glycera*

lapidum de Quatrefages, celle des seize segments qui le suivent immédiatement. Il offre toujours à considérer une segmentation nette qui a frappé depuis longtemps les zoologistes. Les segments, dont le nombre s'élève à 22 chez la *Glycera capitata* Œrsted, sont fréquemment biannelés et portent, au moins chez quelques espèces, et peut-être même chez toutes, une ceinture ciliée analogue à celles que l'on a signalées chez certaines larves et chez quelques formes adultes d'Annélides polychètes. Or, chez beaucoup de Glycériens, les segments du corps (à part les premiers), comme ceux du prostomium, sont divisés par un sillon transversal en deux anneaux, dont le postérieur porte les parapodes. Ces caractères si particuliers ont amené certains auteurs à regarder le prostomium des Glycériens comme constitué par plusieurs segments de même valeur morphologique que ceux du reste du corps, et à admettre chez ces animaux un déplacement considérable de l'orifice buccal vers la région postérieure.

» La question de la constitution du lobe prébuccal des Glycériens se relie très directement à la question beaucoup plus importante et bien des fois discutée de la valeur morphologique du prostomium des Annélides polychètes en général. L'intérêt tout particulier qui s'attache à la solution de ce problème m'a décidé à entreprendre l'étude approfondie du système nerveux prostomial ou encéphale du Glycérien. Mes recherches ont porté surtout sur la *Glycera convoluta* Keferstein; mais la famille des Glycériens présente une homogénéité telle qu'en utilisant les observations incomplètes faites antérieurement par divers auteurs, et en les rapprochant des résultats que j'ai obtenus moi-même, on peut, sans témérité, attribuer à ces derniers un certain caractère de généralité.

» L'encéphale de la *Glycera convoluta* Keferstein, qui s'étend dans toute la longueur du prostomium, se compose de trois parties que l'on peut désigner, comme Racovitza l'a proposé récemment, sous les noms de *cerveau moyen*, centre de tout le système, *cerveau antérieur* et *cerveau postérieur*.

» Le cerveau moyen, nettement circonscrit, est situé dans la région basilaire du prostomium, là où s'arrête la segmentation de ce dernier. Il donne naissance en avant à deux paires de nerfs antennaires; en arrière, de chaque côté, au tronc commun au connectif œsophagien et au système nerveux proboscidien, et latéralement à des nerfs qui établissent de puissantes connexions entre cette région moyenne et le cerveau antérieur. L'absence d'antenne impaire et d'yeux le laisse sans connexion directe avec l'épiderme. La seule particularité importante à mentionner à son sujet dans cette Note est la présence, de chaque côté, d'un ganglion volumineux

bien délimité qui entoure les nerfs antennaires au niveau de leur émergence. Le cerveau moyen proprement dit et ces ganglions annexes ont identiquement la même structure.

» Le cerveau antérieur est formé par les nerfs antennaires et les masses ganglionnaires groupées autour de ces derniers; dorsalement, il se prolonge jusqu'à la limite postérieure du prostomium. Il prend donc ici un développement exceptionnel, en rapport avec les dimensions inusitées du prostomium. Les cellules nerveuses de cette partie de l'encéphale, excessivement serrées les unes contre les autres, sont disposées par nids traversés par les fibres des nerfs antennaires et forment des renflements bien marqués, surtout sur les faces latérale et ventrale.

» Le caractère spécial que tire le cerveau antérieur de l'existence de ces renflements ganglionnaires sur le trajet des nerfs antennaires s'explique par la longueur considérable de ces derniers. Ces amas de cellules nerveuses, de même que les deux ganglions annexes du cerveau moyen, sont des appareils de renforcement pour les nerfs qui vont se terminer dans les antennes. Celles-ci sont réduites, pour ainsi dire, à leur minimum chez les Glycériens, et les apparences sont les mêmes que si les nerfs antennaires, s'individualisant seulement à leur extrémité, restaient soudés ensemble sur presque toute leur longueur.

» D'autre part, il est essentiel de remarquer qu'il n'y a *aucune corrélation entre les renflements ganglionnaires et les segments du prostomium*. Sur la face ventrale, entre le cerveau antérieur et l'épiderme recouvert intérieurement d'une mince couche musculaire, il existe une lacune assez vaste où circulent les hématies, et qui est, par suite, en communication avec la cavité générale.

» Le cerveau postérieur est situé immédiatement en arrière du cerveau moyen, au-dessus du trou commun au connectif œsophagien et au nerf proboscidien. Il est constitué par deux ganglions symétriques, échancrés en arrière, reliés entre eux par un nerf transversal, et dont la position est indiquée chez l'animal vivant par les organes nucaux ciliés qui font corps avec eux. Un rameau nerveux, qui se détache du connectif œsophagien, tout près du cerveau moyen, et qui vient s'épanouir dans l'organe nucal, rattache le cerveau moyen au cerveau postérieur qui est très analogue à celui qu'on observe chez la majorité des Polychètes.

» En résumé, malgré certaines particularités qui sont en relation avec la longueur considérable du prostomium, l'encéphale des Glycériens présente les mêmes caractères fondamentaux que celui des autres Annélides

polychètes dont le système nerveux a été spécialement étudié jusqu'ici. *La division en anneaux du prostomium est uniquement superficielle et n'affecte que l'épiderme.* Elle ne retentit en aucune façon sur les parties profondes, en particulier sur le système nerveux, et *elle n'a aucune signification au point de vue de la métamérisation.* Il n'y a, par conséquent, aucune différence essentielle entre le prostomium des Glycériens et celui des autres Annélides polychètes. »

HISTOLOGIE. — *Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles.* Note de M. **L.-F. Henneguy** (¹), présentée par M. Guignard.

« Dans une Note récente, Meves (²) a annoncé que, dans les cellules séminales de différents Lépidoptères, il avait observé, en rapport avec les centrosomes situés à la périphérie de la cellule, des filaments se terminant librement dans la cavité ampullaire, et que ces filaments persistaient pendant la mitose des cellules.

» De mon côté, en examinant des testicules de *Bombyx mori* et de *Hyponomeuta cognatella*, j'avais constaté le même fait; mais n'ayant pas publié mon observation, la priorité de la découverte appartient incontestablement à Meves et je ne puis que confirmer et préciser sur quelques points les faits qu'il a décrits.

» Dans les ampoules renfermant des spermatocytes de première génération, les cellules, disposées en une seule couche contre la paroi interne, présentent chacune à leur extrémité libre quatre filaments ayant l'aspect d'un fragment de queue de spermatozoïde adulte, et mesurant environ 4 à 6 μ de longueur. Les filaments sont groupés par paires : les deux paires sont tantôt rapprochées, tantôt assez éloignées l'une de l'autre. Meves a vu à la base de chaque paire de filaments un corps colorable en forme de V dont la concavité est tournée vers la surface de la cellule; chaque branche du V porte un filament libre dans la cavité de l'ampoule.

» Je n'ai pu constater la disposition indiquée et figurée par Meves et, à la place de son corps en forme de V, j'ai trouvé deux corpuscules, généralement arrondis, ou légèrement allongés, mais indépendants. Dans les préparations dont la coloration n'était pas très précise, et provenant probablement de pièces moins bien fixées, je n'ai vu qu'un corpuscule unique plus volumineux, duquel partaient les deux filaments; ce corpuscule unique résultait sans aucun doute du rapprochement ou de la fusion des deux

(¹) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

(²) Meves, *Ueber Centralkörper in mannlichen Geschlechtzellen von Schmetterlingen* (*Anat. Anzeiger*, t. XIV, n° 1; 1897).

autres. Du reste, même dans les préparations bien fixées et bien colorées, les quatre corpuscules ne se voient pas toujours nettement; cela dépend de la manière dont ils se présentent sur la coupe de la cellule. Meves n'a pu reconnaître l'existence d'une sphère attractive autour des centrosomes en forme de V, ni celle d'une centrodesmose reliant les deux centrosomes. Plus heureux que lui, j'ai constaté dans plusieurs cas, lorsque les deux paires de filaments étaient rapprochées, un petit faisceau de filaments achromatiques, parallèles, réunissant les deux groupes de centrosomes et constituant par conséquent une centrodesmose primaire, qui disparaît quand les deux groupes s'éloignent l'un de l'autre. Que la centrodesmose soit visible ou qu'elle ait disparu, on voit presque toujours, sur les coupes provenant de testicules fixés par le liquide de Hermann, une irradiation de filaments achromatiques autour de chacun des groupes de centrosomes.

» Meves a vu souvent, à l'extrémité libre des filaments, un renflement en forme de massue. Je ne crois pas que l'aspect qu'il a observé et que j'ai constaté également soit dû à un renflement de l'extrémité du filament : cette extrémité m'a paru être simplement recourbée en forme de crochet, et emprisonnant dans sa concavité un petit globule, beaucoup moins colorable par les colorants plasmatiques que le filament, et probablement de nature albuminoïde.

» Les filaments en rapport avec les centrosomes s'allongent pendant l'accroissement des spermatocytes, et leurs extrémités libres ne présentent plus de pseudo-renflements.

» Quand un spermatocyte se prépare à la division, il prend une forme ovoïde et les deux groupes de centrosomes, s'écartant de plus en plus l'un de l'autre, viennent se placer chacun à l'une des extrémités du plus grand diamètre de la cellule, en restant toujours en rapport avec les filaments et en conservant leur situation périphérique. A ce stade, je n'ai jamais vu, à la base des deux filaments, qu'un seul corpuscule. Il est probable que les deux centrosomes se fusionnent à ce moment, ou sont tellement rapprochés qu'ils ne paraissent constituer qu'un centrosome unique. Celui-ci occupe le fond d'une petite dépression cupuliforme de la cellule. De cette dépression se détache un faisceau de filaments achromatiques, dont le centrosome occupe le sommet, et qui se dirige vers le noyau, pour constituer, en se réunissant avec le faisceau parti du pôle opposé de la cellule, le fuseau achromatique. Je ne décrirai pas ici tous les stades de la division de la cellule ; je ferai seulement remarquer que c'est la manière dont se comportent, pendant la mitose, les corpuscules colorables qui existent à la base des filaments flagelliformes, dans la cellule à l'état de repos, qui nous autorise, Meves et moi, à considérer ces corpuscules comme de véritables centrosomes.

» Je n'ai pu encore suivre complètement le sort des filaments flagelliformes et des centrosomes dans l'évolution des cellules testiculaires. On les retrouve encore au nombre de quatre dans les spermatocytes de seconde génération, mais ils sont alors beaucoup plus longs que dans ceux de première génération, et mesurent environ 30^{μ}. Dans les spermatides, on ne voit plus qu'un seul filament; mais cependant, en général, deux centrosomes très rapprochés. Il se pourrait que ce filament, en apparence unique, soit double en réalité et provienne de l'accolement ou de la fusion des deux filaments qu'emporte la cellule-fille au moment de la seconde division des spermatocytes.

» Je suis porté à penser que, chez les Lépidoptères, le ou les centrosomes avec leur filament s'éloignent de la périphérie de la spermatide pour venir se mettre en rapport

avec le noyau et constituer le segment moyen avec le filament axile de la queue. Le processus serait donc le même que chez la Salamandre, les Sélaciens et le Rat, d'après les recherches de Hermann, Meves et Lenhossék. Chez d'autres Insectes que les Lépidoptères, *Caloptenus italicus, Forficula auricularia, Gryllus campestris,* etc., j'ai vu très nettement, dans les premiers stades du développement des spermatozoïdes, deux grains colorés, écartés, à la partie postérieure du noyau, et en rapport chacun avec un petit filament, qui, après un court trajet, se réunissait à celui du côté opposé pour former le filament axile. Le segment moyen, chez certains Insectes, sinon chez tous, serait donc constitué par deux centrosomes, et le filament axile résulterait de l'accolement de deux filaments flagelliformes.

» La situation périphérique des centrosomes dans les cellules et l'existence de filaments flagelliformes en rapport avec ces centrosomes ne sont pas un fait nouveau ni isolé.

» K. W. Zimmermann, M. Heidenhain et Th. Cohn, dans les cellules épithéliales d'animaux adultes et d'embryons, ont trouvé des centrosomes très nets tout près de la surface libre de la cellule. Moore, Meves et Lenhossék, dans les spermatides des Sélaciens, de la Salamandre et du Rat, ont vu la première ébauche du filament axile de la queue du futur spermatozoïde apparaître en rapport avec deux centrosomes situés à la périphérie de la cellule.

» Webber a établi que, pendant le développement de l'anthérozoïde du *Zamia*, un corps spécial, qui dans la cellule-mère présente toutes les apparences d'un centrosome, vient se dérouler à la périphérie de la cellule-fille pour constituer une bande spiralée à la surface de laquelle se développent des cils vibratiles; d'où le nom de *blépharoplaste* qu'il a donné à ce corps. Belajeff a décrit un mode de formation semblable des cils dans les cellules mâles des Filicinées et des Équisétacées. Ce même auteur assimile avec raison la queue des spermatozoïdes des animaux aux cils vibratiles des anthérozoïdes des végétaux, et Ikeno considère le blépharoplaste de Webber comme un véritable centrosome.

» Mes propres recherches m'ont prouvé que, dans les cellules à cils vibratiles bien développés, telles que celles des branchies des Lamellibranches, le renflement qui existe à la base de chaque cil, bien connu depuis les travaux d'Engelmann, se comporte vis-à-vis des divers réactifs colorants exactement comme un centrosome. On peut donc admettre que dans les cellules à cils vibratiles il existe, à la périphérie de la cellule, un microcentre constitué, comme dans les cellules géantes de la moelle osseuse, par un nombre considérable de centrioles, et que de ce microcentre partent des filaments de kinoplasma dont les uns sont devenus des organes moteurs

externes, les cils vibratiles, et les autres situés dans le corps cellulaire, avec les racines des cils, correspondent aux irradiations qui, dans une cellule ordinaire, entourent le centrosome et prennent part à la formation de la figure achromatique lors de la division indirecte du noyau.

» Les spermatocytes à centrosomes flagellifères des Lépidoptères constituent une forme de passage des cellules ordinaires aux cellules à cils vibratiles.

» Les centrosomes, qui n'avaient été regardés jusqu'à présent par la plupart des biologistes que comme des organes jouant le rôle de centres cinétiques, tenant sous leur dépendance les mouvements qui se passent dans le corps même de la cellule pendant sa division, doivent être considérés également comme centres cinétiques pour les mouvements externes de la cellule. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des mycorhizes.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Guignard.

« Les radicelles des plantes humicoles, principalement celles des arbres de nos forêts, sont presque toujours envahies par un feutrage de filaments mycéliens. Signalées pour la première fois, en 1878, par P.-E. Müller sur le Hêtre, un peu plus tard par Gibelli, en 1883, sur le Châtaignier, ces formations mycéliennes furent considérées d'abord comme des parasites ou des saprophytes. En 1885, Frank fit connaître leur structure et, par la relation étroite de la radicelle et du mycélium qui la revêt, par l'extension de ces formations, il fut amené à les considérer comme des organes particuliers qu'il nomma *mycorhizes*, jouant, dans la nutrition des plantes humicoles, un rôle important.

» Je me propose, dans cette Note, de préciser et de compléter les données anatomiques fournies par Frank sur les Cupulifères et de signaler notamment les différences offertes par les mycorhizes vivantes et les mycorhizes mortes.

» *Mycorhizes saines.* — On admet, depuis les travaux de Frank, Schlicht, Noack, que les radicelles transformées en mycorhizes sont caractérisées par une réduction considérable de la coiffe. Cet organe, devenu superflu, d'après Noack, serait réduit, suivant Frank, à une seule assise, flanquée extérieurement d'une masse brune représentant les vestiges des assises antérieures. La régression de la coiffe, conséquence de l'existence d'un

revêtement mycélien autour du sommet de la racine, apparaîtrait alors comme une adaptation des tissus de la radicelle aux nouvelles conditions créées par la symbiose.

» En réalité, les choses se passent tout autrement : la *coiffe conserve, dans les mycorhizes, son développement normal et, à l'inverse de ce qui a lieu chez les végétaux à racines normales, elle ne s'exfolie jamais; toute la surface des radicelles, envahie par le revêtement mycélien, est couverte par les cellules de la coiffe, qui sont flétries et en partie déchirées.*

» Une coupe longitudinale de mycorhize de Cupulifère montre que la partie extérieure est formée par l'assise pilifère hypertrophiée, dont les cellules, allongées dans le sens radial, sont toujours dirigées de manière à former avec l'axe de la racine un angle de 45° à 60°, dont l'ouverture est tournée vers le sommet.

» Au sommet même, elle se continue par des initiales qui lui sont communes avec la coiffe. Ces initiales se partagent par une cloison perpendiculaire à l'axe; les cellules internes engendrent, par leurs cloisonnements radiaux, les cellules de l'assise pilifère, et chaque cloisonnement des cellules initiales forme un massif de trois ou quatre cellules pilifères; les cellules externes, dégagées des initiales, engendrent la coiffe et sont toujours revêtues au moins par trois assises cellulaires, sans compter les restes de une ou deux assises plus anciennes et flétries; de sorte que, dans toutes les espèces étudiées, il y a au moins quatre assises à la coiffe.

» La seule modification introduite par la pression exercée par le manteau mycélien consiste dans la forme régulièrement hémisphérique de l'extrémité, au lieu de la forme conique qu'on observe dans les racines normales.

» D'autre part, les faces latérales des radicelles, même à une grande distance du sommet et sur toute l'étendue couverte par le manchon mycélien, sont revêtues par une couche de feuillets minces, de longueur variable, étroitement appliqués contre la paroi externe des cellules pilifères, et superposés le plus souvent au nombre de trois ou quatre; ces feuillets sont constitués par les cellules de la coiffe, mortes et flétries de très bonne heure, qui se sont déchirées par suite de la traction consécutive à l'allongement des radicelles.

» C'est donc sur les débris des cellules de la coiffe que le manteau mycélien de la mycorhize s'établit d'abord, sans être en contact immédiat avec les cellules vivantes de l'assise pilifère; mais, bientôt les filaments du Champignon s'insinuent par les déchirures des cellules de la coiffe et, arrivés contre la paroi de l'assise externe vivante de la radicelle, ils subissent là

une déformation consécutive à la pression de la gaine mycosique et se transforment en lames élégamment ramifiées en éventail, formant des digitations multiples qui, d'une part, recouvrent la paroi externe des cellules pilifères et, d'autre part, s'insinuent en direction radiale entre ces dernières, en dissolvant progressivement le ciment de pectate de chaux qui les unissait. Mais, dans tous les cas, ces digitations ou ces lames en éventail sont toujours, chez les Cupulifères, extérieures aux cellules de l'écorce; on n'y voit jamais de filaments mycéliens intracellulaires.

» Le réseau signalé par Frank n'existe donc pas dans les mycorhizes normales; quand on l'observe il est constitué par des saprophytes.

» En somme, la mycorhize vivante des Cupulifères est constituée par une radicelle à coiffe normale, dont les débris persistent sur les faces latérales, et qui est recouverte par un manchon étroitement adhérent de pseudoparenchyme formé par les filaments mycéliens. Elle présente deux systèmes d'absorption : l'un, externe, est situé à la surface de la gaine mycélienne, il est formé par les hyphes qui s'en détachent et vont se fixer sur les débris organiques voisins; l'autre est constitué par les cellules de l'assise pilifère, très allongées en direction radiale et étroitement adhérentes par leur face externe et leurs faces radiales avec des lames minces disposées en éventail et formées par l'épatement des filaments mycéliens.

» *Mycorhizes mortes.* — Lorsque la mycorhize est arrivée au terme de son activité, les filaments mycéliens situés au niveau des cellules de la radicelle perdent la netteté de leurs contours; les digitations s'effacent peu à peu et des amas de substance réfringente brune se déposent dans la région couverte par les débris de la coiffe. Vus de profil, ces amas forment des sortes d'écailles qui viennent s'appliquer étroitement, en prenant leur empreinte, sur la surface extérieure des cellules pilifères; vus de face, ils forment un réseau analogue à une plaque percée à l'emporte-pièce de trous irréguliers. La substance qui forme ces amas n'a ni les réactions de la cellulose des membranes de la racine, ni celles de la callose du manteau mycélien; elle se dissout dans la potasse ou l'ammoniaque après l'action des acides et se colore par le rouge de ruthénium ; elle est donc constituée par des composés pectiques ou des gommes.

» La présence de ce dépôt gommeux ou mucilagineux, dans la masse même de la mycorhize, abolit peu à peu les fonctions absorbantes de l'assise pilifère; la vitalité de la radicelle devient de plus en plus faible et c'est alors que de nombreux saprophytes apparaissent dans les mycorhizes languissantes ou mortes. Ces derniers substituent leurs hyphes à celles de

la mycorhize normale, ou s'y mélangent d'une façon si intime que dans tous les cas, sauf des différences de coloration attribuables simplement à un effet de l'âge, il n'est pas possible, par l'examen externe des mycorhizes, de reconnaître la substitution et d'indiquer à quel moment elle s'est produite. Je montrerai prochainement que la simple constatation de la continuité entre les filaments mycéliens d'une espèce déterminée de Champignon et les filaments mycéliens des mycorhizes n'est pas une preuve que les diverses espèces signalées jusqu'ici et appartenant à des familles très différentes : Tubéracées, Périsporiacées, Agaricinées, etc., soient capables de former des mycorhizes. »

BOTANIQUE. — *Sur le remplacement de la tige principale par une de ses ramifications.* Note de M. **Auguste Boirivant** (1), présentée par M. Gaston Bonnier.

« Quand une tige est détruite à son extrémité, pour une raison ou pour une autre, cette tige tend toujours à être remplacée d'une façon plus ou moins parfaite par une ou plusieurs de ses ramifications. Je me suis proposé d'étudier les modifications de structure qu'éprouve alors la branche de remplacement. J'ai dû comparer, au point de vue anatomique, les rameaux dont la fonction se trouvait ainsi modifiée, d'une part à une branche latérale ordinaire, d'autre part à une tige principale restée intacte. Il va sans dire que les comparaisons ont été faites en des régions absolument de même âge, avec des plantes nées à la même époque et cultivées dans des conditions identiques.

» Examinons d'abord le *Pin silvestre.*

» *Morphologie externe.* — Cet arbre présente une tige principale dressée absolument verticale (flèche); les ramifications sont de deux sortes : les unes, longues, groupées de distance en distance sur la tige principale, ne présentent que des feuilles réduites à l'état d'écailles; les autres, courtes, presque avortées, portent les feuilles en aiguilles.

» Les principales différences qui existent entre la flèche et ses longs rameaux sont les suivantes : la flèche a un diamètre plus considérable ; sa croissance en longueur est plus rapide et ses entre-nœuds plus allongés, de sorte que les couples de feuilles

(1) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

en aiguilles qu'elle porte indirectement sont plus espacés. Ces feuilles ont, en outre, une taille plus grande sur la tige principale que sur ses ramifications.

» La tige principale se termine par un bourgeon à la base duquel existe un verticille d'autres bourgeons qui, normalement, se développent en produisant de longues ramifications latérales.

» Si nous coupons simplement le bourgeon terminal, certaines des branches issues des bourgeons du verticille prennent la prédominance sur les autres, se dressent verticalement et jouent le rôle de flèche. Si, au contraire, on coupe la tige à quelques centimètres au-dessous de la couronne de bourgeons, deux cas principaux peuvent se présenter. Dans le premier cas, ce sont les rameaux courts situés près de la section qui, au lieu d'avorter, s'allongent, se recourbent de façon à croître verticalement, et certains d'entre eux se comportent comme de véritables flèches. Dans le second cas, ce sont les grands rameaux situés plus bas qui se redressent et se substituent à la tige principale. Ajoutons que ces deux cas ne sont pas nettement tranchés, que souvent des flèches de remplacement proviennent à la fois les unes des courts rameaux, les autres des grands.

» *Morphologie interne.* — Au point de vue anatomique, la flèche diffère des ramifications par les caractères suivants : le cylindre central (moelle, bois, liber) acquiert un volume beaucoup plus considérable ; l'épaisseur de l'écorce, au contraire, est à peine plus grande. Ces caractères différentiels sont d'autant plus accusés que l'on étudie une région plus éloignée du bourgeon terminal. En outre, le calibre des divers éléments est plus grand.

» Quand une longue ramification se transforme en flèche, elle modifie progressivement sa structure ; elle tend à acquérir peu à peu les caractères externes ou internes qui sont propres à la tige principale et finalement elle arrive à ressembler plus à une flèche qu'à une branche latérale. Si le remplacement est effectué par un rameau qui serait resté court, ce rameau présente d'abord les caractères anatomiques d'une longue ramification latérale, puis il acquiert peu à peu ceux d'une flèche.

» Dans l'If, il faut noter plusieurs particularités. Le diamètre de la flèche est un peu plus grand que celui des ramifications supérieures. Cette comparaison doit se faire exclusivement avec les rameaux supérieurs parce que, à la base de l'arbre, les ramifications s'allongent très peu chaque année ; les conditions de développement y sont donc très différentes de celles de la flèche et, par suite, une comparaison n'est guère possible.

» Dans les ramifications, les feuilles sont plus petites et plus rapprochées, et, en outre, elles se tordent un peu à leur base de manière à se disposer presque dans un même plan, quoique leur mode d'insertion soit, au point de vue phyllotaxique, le même que sur la tige principale.

» Chez la flèche comparée à une de ses branches, les vaisseaux sont d'un calibre supérieur, la moelle est plus grande, l'épaisseur relative de l'écorce est plus faible, les éléments constitutifs sont plus volumineux.

» Ici, comme chez le Pin, quand une branche latérale remplace une flèche brisée, elle en acquiert presque complètement la structure.

» J'ai étudié un grand nombre d'autres espèces tant herbacées que li-

gneuses (*Épicéa, Sapin, Haricot, Ortie*, etc.) et cette étude me permet de formuler les conclusions suivantes :

» Si nous comparons à une ramification ordinaire un rameau de remplacement, nous constaterons que :

» A. Au point de vue de la morphologie externe :

» 1° Le rameau de remplacement change de direction : il se recourbe, devient vertical et s'allonge de bas en haut;

» 2° Son diamètre est plus considérable;

» 3° Son allongement plus rapide;

» 4° Les feuilles sont plus grandes et plus espacées les unes des autres.

» B. Au point de vue de la morphologie interne :

» 1° Les méristèmes fonctionnent plus activement chez la branche modifiée que chez les autres branches.

» Ce sont principalement les cellules du méristème terminal et celles de l'assise génératrice intralibérienne qui ont une vitalité beaucoup plus grande; c'est ce qui explique l'allongement plus rapide dont j'ai parlé et l'épaisseur plus considérable des formations libéro-ligneuses.

» 2° Le diamètre du cylindre central est relativement plus grand, et, inversement, l'épaisseur corticale plus faible. Pour le cylindre central, les différences observées sont dues à la fois à la plus grande quantité de formations libéro-ligneuses et au volume plus considérable de la moelle.

» 3° Les éléments cellulaires sont, en général, plus grands, surtout la différence de calibre des vaisseaux primaires et secondaires est très accusée; il en est de même du diamètre des cellules de la moelle.

» 4° La symétrie considérée sur une coupe faite au milieu d'un entrenœud est plus parfaite, car les feuilles sont plus espacées les unes des autres.

» 5° Le tissu de soutien est plus abondant, par exemple les fibres péricycliques sont plus nombreuses.

» Mais les différences que nous venons de constater entre la branche de remplacement et le rameau latéral normal, je les ai retrouvées, en général, encore plus accusées entre la tige principale intacte et ses ramifications. On peut donc dire que le rameau de remplacement régénère, dans une certaine mesure, la portion détruite de la tige-mère; que par sa structure il se rapproche intimement de l'axe principal.

» La plupart des conclusions que nous venons de signaler s'appliquent aussi à la racine; ainsi, par exemple, une racine de remplacement, comparée à une radicelle, présente un cylindre central relativement plus épais, un volume des cellules plus grand, un calibre des vaisseaux plus consi-

dérable, un fonctionnement des méristèmes plus actif et, par suite, des formations secondaires plus abondantes.

» *En résumé, quand une branche latérale remplace la portion détruite d'une tige principale, elle subit des modifications assez profondes pour qu'elle arrive progressivement à ressembler plus, tant par sa structure que par son aspect extérieur, à l'axe auquel elle se substitue qu'aux branches dont elle est l'homologue.*

» Il en est de même pour une radicelle que les circonstances amènent à jouer le rôle d'une racine principale détruite. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Préparation biochimique de la dioxyacétone cristallisée.* Note de M. **Gabriel Bertrand** (1), présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré récemment que la glycérine, introduite dans le bouillon de culture de la bactérie du sorbose, était rapidement transformée en un sucre réducteur en C^3, la dioxyacétone, reconnaissable à son action sur la phénylhydrazine et l'hydroxylamine (2). Aujourd'hui, je compléterai cette démonstration en indiquant comment on peut utiliser la bactérie du sorbose pour l'obtention facile de la dioxyacétone cristallisée.

» Tout d'abord il convient, si l'on veut se placer dans des conditions avantageuses, de se servir de bouillon contenant 5 à 6 pour 100 de glycérine. La culture est alors très prospère et, en général, la zooglée qui recouvre la surface du liquide est déjà blanche et compacte vers le quatrième ou le cinquième jour. Au-dessous de cette teneur, on s'embarrasse inutilement de l'eau, qu'il faudra évaporer, et des matières étrangères à la dioxyacétone. Au-dessus, la culture traîne de plus en plus; avec 10 pour 100 de glycérine, elle est même assez difficile.

» Il est bon, quand on opère un peu en grand, de déterminer tous les jours ou tous les deux jours le pouvoir réducteur du bouillon pour mettre fin à la culture dès que la quantité de dioxyacétone cesse d'augmenter. Si on laissait la culture trop longtemps à l'étuve, la dioxyacétone disparaîtrait à son tour, quoique beaucoup plus lentement que la glycérine. En petit, on peut se baser simplement sur les données suivantes : avec des matras de 2^{lit} à 3^{lit}, bouchés avec un tampon d'ouate un peu lâche et un double capuchon de papier à filtre, il faut dix à quinze jours, suivant le diamètre des cols, pour transformer, à la température de $+30°$, la glycérine contenue dans 250^{cc} à 300^{cc} de bouillon. Je rappelle que celui-ci est une décoction de levure contenant 4^{gr} à 5^{gr} d'extrait par litre.

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 842; 1898.

» Lorsque la transformation est achevée, on sépare les membranes bactériennes gélatineuses qui sont dans les matras, on les presse lentement, et le liquide qui en sort, réuni à la masse principale du bouillon de culture, est concentré par distillation dans le vide, à la plus basse température possible. Le bain-marie ne doit pas dépasser 60°. Il reste un sirop épais, gommeux, qu'on additionne peu à peu de cinq à six fois son poids d'alcool absolu; on complète la précipitation des impuretés en ajoutant deux volumes d'éther, puis on laisse déposer.

» Après quelques heures, la solution éthéro-alcoolique, complètement limpide, surnage un précipité visqueux, adhérant aux parois du ballon. On peut donc la décanter facilement. Le plus souvent aussi, il y a, au-dessus du précipité, une petite couche sirupeuse; on la traite par une nouvelle quantité d'alcool et d'éther.

» Les solutions éthéro-alcooliques réunies sont alors évaporées par distillation dans le vide, en chauffant le moins possible. Si la préparation a été réussie, le sirop résiduel, versé dans une capsule, ne tarde pas à cristalliser. Dans le cas contraire, par exemple s'il reste un peu de glycérine, il est nécessaire d'amorcer avec quelques cristaux obtenus antérieurement.

» Après un ou deux jours, quelquefois plus, le sirop est pris en une masse cristalline. On broie celle-ci, on l'essore à la trompe, puis on la lave à fond avec de l'alcool absolu : il reste de la dioxyacétone pure qu'il suffit de sécher sur l'acide sulfurique.

» C'est une poudre blanche, formée de petites lamelles à contour hexagonal, plus ou moins allongées, quelquefois épaissies en prismes. Elle possède une saveur sucrée, se dissout très facilement dans l'eau, assez peu dans l'alcool absolu froid, à peine dans l'acétone et presque pas dans l'éther. Elle réduit rapidement à froid la liqueur de Fehling.

» Sa composition élémentaire répond à la formule $C^3H^6O^3$ de la dioxyacétone (¹) :

	Trouvé.	Calculé.
C	39,83	40,00
H	6,74	6,66
O	53,43	53,34

» Un caractère de cette substance, qu'on ne retrouve chez aucun autre représentant du groupe des sucres, est la possibilité de s'unir avec le bisulfite de sodium en donnant une combinaison cristallisée. Cette combinaison a été signalée par Piloty (²); j'ai reconnu qu'on pouvait l'utiliser pour extraire la dioxyacétone contenue dans les eaux-mères de la première

(¹) Quelquefois, selon les circonstances de la cristallisation, cette formule doit être doublée et s'écrire : $(C^3H^6O^3)^2$. Je reviendrai plus tard sur cette particularité.

(²) *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XXX, p. 3167.

cristallisation et augmenter ainsi le rendement d'une manière très appréciable.

» Pour cela, on additionne les eaux-mères, ramenées à consistance de sirop, d'une égale quantité de solution concentrée de bisulfite de sodium ; le mélange s'échauffe et, par refroidissement, se prend en une pâte de cristaux, bientôt solide. On triture avec un peu d'alcool absolu et l'on essore. Recristallisée dans l'alcool à 35 pour 100, où elle est très soluble à chaud, cette combinaison répond à la formule $C^3H^7O^6SNa$:

	Trouvé.	Calculé.
Na	11,70	11,85

» Pour en extraire la dioxyacétone, on la décompose par un léger excès d'acide sulfurique étendu de 5 parties d'eau, en opérant dans un ballon relié avec une trompe à eau. On chauffe légèrement, pour chasser l'acide sulfureux, puis on fait refroidir et l'on sature exactement par du bicarbonate de potassium. Il ne reste plus qu'à précipiter le sulfate alcalin par l'alcool et l'éther. On termine comme dans la première partie de la préparation.

» Les rendements sont très bons, car 100gr de glycérine ordinaire, à 28°, donnent facilement 20gr à 25gr de dioxyacétone cristallisée. Dans un cas, j'ai même obtenu près de 30 pour 100 du poids de la glycérine. C'est dire la supériorité de la bactérie du sorbose sur les réactifs actuels de nos laboratoires et montrer, une fois de plus, tout le parti qu'on pourra tirer, en Chimie, de l'emploi méthodique des microbes. »

PATHOLOGIE EXPERIMENTALE. — *Sur le traitement de la rage par l'injection de substance nerveuse normale.* Note de M. V. **Babes**, présentée par M. Bouchard.

« En 1889 j'observai que des personnes mordues par des animaux enragés, et affectées de neurasthénie, d'épilepsie ou de mélancolie, ont été, à la suite du traitement pasteurien, en partie guéries aussi de ces maladies nerveuses. M'appuyant sur cette observation, j'avais essayé de traiter des neurasthéniques, des mélancoliques et des épileptiques par des injections de substance nerveuse, surtout du bulbe de mouton ou de lapin.

» Mon regretté ami Constantin Paul avait déclaré, le 23 février 1892, à l'Académie de Médecine de Paris, qu'il s'était convaincu de l'effet salutaire de ces injections qu'il désigne sous le nom de *procédé du professeur Babes*.

» En appliquant lui-même à Paris ce procédé, il avait obtenu une série

de résultats remarquables qu'il ne tardait pas à communiquer à l'Académie de Médecine, tandis que moi, de mon côté, je publiais mes résultats dans la *Deutsche mediz. Wochenschrift*.

» La maladie et la mort de mon ami ayant interrompu l'étude clinique de ce procédé, ce n'est que récemment que l'on a repris cette étude d'une manière scientifique et expérimentale.

» J'avais déjà soupçonné que la substance nerveuse devait jouir d'un certain pouvoir pour combattre les infections qui s'adressent au système nerveux et notamment à la cellule nerveuse. Ainsi, en examinant les différents organes des animaux immunisés contre la rage, j'avais constaté que la substance antirabique n'existe chez ces animaux que dans le sang et dans le système nerveux, surtout dans le liquide céphalo-rachidien (*Académie de Médecine*, 1895).

» J'avais encore constaté qu'à une certaine époque le sang renferme des substances antirabiques, tandis que le système nerveux n'en contient pas.

» En constatant la localisation des lésions rabiques au niveau des cellules nerveuses du bulbe et de la moelle et en considérant la virulence de la substance grise dans la rage, j'ai été conduit à admettre que le virus rabique se localise au niveau de ces cellules et que les symptômes de la rage sont en rapport de cause à effet avec ces lésions.

» J'avais découvert, en 1889, la propriété que possède le sérum des animaux immunisés de guérir la rage et, comme je pouvais contrebalancer, *in vitro*, l'action du virus rabique par le sérum antirabique, il fallait chercher la source de cette substance.

» Comme on avait démontré pour le tétanos que la toxine tétanique s'adresse aux mêmes cellules nerveuses et que ces cellules sécrètent une substance antitétanique, il était à prévoir que la cellule nerveuse, par sa fonction importante et par sa stabilité doit jouir de la faculté de s'opposer aux attaques directes du virus rabique.

» Dans ces cas, il faudrait supposer que la cellule nerveuse normale renferme ou sécrète aussi une substance qui, jusqu'à un certain degré, peut s'opposer à l'infection rabique.

» J'ai donc essayé de prévenir ou de guérir la rage par mon procédé, c'est-à-dire par l'injection sous-cutanée d'une certaine quantité de substance nerveuse du bulbe et de la moelle d'animaux sains et neufs. J'ai tout d'abord cherché, en collaboration avec M. Riegler, si l'on pouvait paralyser (neutraliser) le virus fixe *in vitro* par la substance nerveuse; mais,

tandis que nous avons constaté qu'une partie du sang de nos chiens les plus immunisés peut paralyser jusqu'à 50 parties de virus, une partie de substance du bulbe de brebis ou de lapin ne réussit pas à paralyser 1 partie de virus, et même 10 parties de bulbe normal n'ont pas d'effet appréciable sur 1 partie de virus fixe.

» Cependant, en agissant sur des animaux, j'ai obtenu, en collaboration avec M. Riegler, une action préventive ou curative très nette de la substance nerveuse normale sur le virus rabique, à la condition de donner une quantité assez abondante de substance nerveuse et de ne pas employer un virus trop fort.

» Ainsi, en inoculant, par trépanation, quatre chiens, avec le virus de passage de deux jours, de nos lapins de 1^{kg}, et en traitant trois de ces chiens pendant dix jours, chaque jour par des injections de 5^{gr} d'émulsion du bulbe de mouton normal, le chien de contrôle meurt le quinzième jour de la rage, un des chiens traités succombe le vingtième jour de la rage, tandis que deux chiens résistent.

» En répétant ces expériences sur quatre chiens traités de la même façon, un seul chien résiste; mais, en commençant les injections trois jours avant l'infection cranienne chez trois chiens et en infectant en même temps un chien de contrôle, ce dernier a succombé le douzième jour de la rage, tandis que les trois chiens traités par la substance nerveuse ont résisté.

» Comme, depuis ces expériences, plus de deux mois se sont écoulés, on peut les regarder comme concluantes.

» Chez le lapin, les résultats ont été beaucoup moins nets, ce qui s'explique par le fait qu'on ne peut qu'exceptionnellement sauver ces animaux, même par la méthode de Pasteur, si l'on commence le traitement après la trépanation.

» Nous continuons ces expériences intéressantes en changeant les conditions de l'infection, mais nous nous empressons de publier ces résultats préalables qui prouvent qu'*on peut combattre la rage par des injections de substance du bulbe de moutons sains et non traités auparavant.*

» Par les résultats obtenus par Wassermann et Takaki dans le tétanos, de même que par les résultats obtenus par Vidal, Manicatide, etc., dans l'intoxication par la strychnine, de même que par les résultats relatés plus haut, mon procédé de traitement de certaines maladies du système nerveux par des injections de substance du bulbe normal du mouton a acquis une base solide expérimentale.

» Nos expériences ont prouvé, de plus, que les substances renfermées dans le bulbe et qui s'opposent à l'infection rabique et tétanique s'adressent à certaines toxines, à certains alcaloïdes, à des virus de nature différente, de sorte qu'il n'est plus douteux que mon procédé peut avoir un effet réel dans différentes maladies nerveuses, de nature toxique ou infectieuse, de même que pour les maladies pour lesquelles Constantin Paul et moi-même avons obtenu des résultats favorables. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mars 1898.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIV. N° 3. 25 mars 1898. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1898. N° 1. Janvier 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Livraison du 15 mars 1898. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Théorie de l'Électrolyse, par Ad. Minet, Ingénieur-Chimiste. Paris, Gauthier-Villars et fils, Masson et Cie; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Statistique agricole de la France, publiée par le Ministère de l'Agriculture. *Résultats généraux de l'enquête décennale de* 1892. Paris, Imprimerie nationale, 1897; 1 vol. grand in-8° avec atlas.

Recherches sur le développement en série des fonctions implicites, par L. Péan de Saint-Gilles, Ingénieur civil des Mines. 1 broch. in-4°.

Essais avec le phospho-carbure de chaux en 1897, par E. Chuard, Professeur, Chef du laboratoire de l'Institut agricole de Lausanne. (Extrait

de la *Chronique agricole du canton de Vaud*. Février et mars 1898.) Lausanne, G. Bridel et Cie; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les origines de la vie et la Paléontologie. Paléontologie scientifique et Paléontologie philosophique, par EMMANUEL PORTAL. Paris, Fischbacher, 1898; 1 broch. in-8°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Herausgegeben vom Director H.-C. VOGEL. Elfter Band. Potsdam, 1898; 1 vol. in-4°.

Report fo the sixty-seventh meeting of the British Association for the advancement of Science, held at Toronto in august 1897. London, John Murray, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 mars 1898.)

Note de M. *de Jonquières*, Solutions algébriques de diverses questions concernant, etc. :

Page 865, ligne 13, *au lieu de* $|-16, 2(a-1)$, etc., *lisez* $|-16, 2(a-2)$, etc.

Page 865, ligne 17, à la fin, *au lieu de* $\mp 4a^2 - 4$, *lisez* $\mp 4(a^2 - 4)$.

Page 866, ligne 19, *supprimez* les deux derniers mots « nul, ni », et *lisez* « ne peut jamais être négatif ».

Page 868, ligne 5, *au lieu de* $f_1 = |-a, a, -1|$, *lisez* $f_1 = |-a, a, 1|$.

Page 868, ligne 5, en remontant, *au lieu de* a_1, *lisez* x_1.

Note de M. *H. Deslandres*, Nouvelle série de photographies de la chromosphère du Soleil :

Page 880, note (1) du bas de la page, ligne 2, *au lieu de* protubérances ayant une hauteur de quelques minutes d'arc, *lisez* protubérances ayant une hauteur de quelques dizaines de secondes d'arc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AVRIL 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 11 avril sera remise au mardi 12.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur un point de doctrine dans la théorie des formes quadratiques.* Note de M. **de Jonquières**.

« La méthode employée dans ma Communication du 21 mars [1], bien qu'en très grande partie due à Gauss, n'est pas (comme on a pu le voir)

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 863. Il faut y faire la correction suivante : page 865, ligne 6, *au lieu de :* compris entre $\sqrt{D}$ et $\sqrt{D-16}$, *lisez :* $<\sqrt{D}$, sans préjudice de celles déjà indiquées à l'Errata, p. 990, et de la suivante : page 866, ligne 9, en remontant, *au lieu de :* ± 1, *lisez :* $+1$.

absolument conforme à celle tracée par l'art. 195 des *Disquisitiones;* elle s'en écarte sur un point, dans deux circonstances dont une au moins se présente toujours dans les questions du genre de celles que j'ai traitées. Cette dérogation, inspirée par les procédés de Lagrange, consiste dans l'admission, parmi les réduites contiguës qui forment la période, de réduites ayant zéro pour terme moyen; car, *en fait*, d'après les conditions imposées par lui (n° 183), Gauss les exclut, guidé sans doute par d'autres considérations, dont je n'entends pas me faire juge. Ma méthode est donc, en quelque sorte, une méthode mixte, dont je vais expliquer la part d'innovation qui lui est propre, et légitimer l'emploi tout spécial que j'en fais.

» Les deux circonstances précitées surviennent lorsque la marche du calcul amène au troisième terme d'une des réduites successives (sans égard au signe), soit le troisième terme de la forme proposée (que je suppose avoir zéro pour terme moyen), soit l'unité. Le premier de ces cas se présente dans les deux théorèmes par lesquels débute ma Note du 21 mars, le second dans les cinq problèmes qui y font suite.

» Pour mieux fixer les idées, je vais opérer d'abord sur un exemple numérique; je passerai ensuite aux données algébriques, qui donneront la généralité nécessaire à ces premières observations.

» Choisissant cet exemple dans le *deuxième cas* du théorème I, où le nombre donné est de la forme $4n+1$, il s'agit de prouver que l'équation $(9^2-4)x^2-4y^2=\pm 1$ est impossible en nombres entiers. Par la méthode mixte, la marche du calcul est la suivante :

				Valeurs de h.	Coefficients de substitution.			
					α.	β.	γ.	δ.
$\Phi =$	77,	0,	-4	0	1	0	0	1
.....	.....	..	....	.	.	.	.	.
$f_1 =$	-4,	16,	13	-4	0	1	1	-4
$f_2 =$	13,	10,	-16	2	-1	-2	-4	-9
$f_3 =$	16,	6,	17	-1	-2	3	-9	13
$f_4 =$	17,	11,	-11	1	3	5	13	22
$f_5 =$	-11,	11,	17	-2	5	-13	22	-57
$f_6 =$	17,	6,	-16	1	-13	-18	-57	-79
$f_7 =$	-16,	10,	13	-1	-18	31	-79	136
$f_8 =$	13,	16,	-4	2	31	80	136	351
$f_9 =$	-4,	0,	77	-4	80	-351	351	-1540
$f_{10} =$	77,	0,	-4	0	-351	-80	-1540	-351
....		..	....	.	.....	....	......	.....

» La période se compose de dix réduites. On constate que, dans la cinquième, qui porte l'indice 4, le terme moyen et le troisième terme ont la même valeur numérique 11. On en conclut, sans aller plus loin, que les réduites vont, à partir de ce moment, aller en rétrogradant jusqu'à f_9, associée de la forme donnée Φ, pour recommencer avec f_{10} dans le même ordre, et que, par conséquent, l'équation donnée n'est pas résoluble, aucune réduite terminée par ± 1 ne s'étant présentée. Les termes α_{10}, δ_{10} sont égaux entre eux; leur valeur commune 351 est celle de t_1; et $\gamma_1 = 1540$, étant divisé par $A = 77$, donne pour u_1 la valeur 20; t_1 et u_1 sont les *moindres* valeurs qui satisfont à l'équation $t^2 - 4.77u^2 = 1$. On trouve, en effet, que

$$\overline{351}^2 - 308.\overline{20}^2 = 1.$$

» On voit, d'après cela, que si l'on tient à continuer le calcul jusqu'au bout, afin d'obtenir ce dernier résultat et, par lui, les valeurs conjuguées de x et y, il suffit de calculer les coefficients δ jusqu'à celui qui porte l'indice 9, puisque celui qui le précède, δ_8, est égal à t_1 et qu'il donne lui-même la valeur $\delta_9 = 1540$, égale à γ_{10}, qui, étant divisée par $A = 77$, fournit la valeur de u_1; en somme, il suffit de calculer neuf coefficients.

» Passons actuellement au procédé de Gauss. Pour lui, la période, ne devant pas contenir de réduite ayant le terme moyen nul, commence seulement par la deuxième du Tableau précédent, et l'on a :

			Valeurs de h.	Coefficients de substitution. α.	β.	γ.	δ.
$\Phi = -4$,	16,	13	0	1	0	0	1
....	...	..	.	.	.	.	.
$f_1 = 13$,	10,	-16	2	0	-1	1	2
$f_2 = -16$,	6,	17	-1	-1	1	2	-3
$f_3 = 17$,	11,	-11	1	1	2	-3	-5
$f_4 = -11$,	11,	17	-2	2	-5	-5	13
$f_5 = 17$,	6,	-16	1	-5	-7	13	18
$f_6 = -16$,	10,	13	-1	-7	12	18	-31
$f_7 = 13$,	16,	-4	2	12	31	-31	-80
$f_8 = -4$,	16,	13	-8	31	-260	-80	671

» On remarquera, dans ce Tableau, que les valeurs de δ, sauf la dernière, sont les mêmes que celles de β du Tableau de l'autre méthode, sauf les deux dernières de celui-ci.

» La période comprend donc deux réduites de moins que par l'autre méthode. On en tire, selon la règle de Gauss,

$$t_1 = \tfrac{1}{2}(\alpha_8 + \delta_8) = \tfrac{1}{2}(31 + 671) = 351,$$
$$u_1 = -\frac{\gamma_8}{A} = -\frac{-80}{4} = 20,$$

ce qui redonne les mêmes résultats que ci-dessus. Mais comme il a fallu, cette fois-ci, connaître la valeur de α_8 qui n'est plus égale à celle de δ_8, on a dû calculer, non seulement tous les δ, mais encore les sept premiers β, puisque $\alpha_8 = \beta_7$. En somme, on a calculé quinze coefficients, au lieu de neuf seulement qu'exige la méthode mixte. Comme célérité, l'avantage appartient donc à celle-ci. Il reste à montrer que l'admission, dans cette dernière, des formes f_9 et f_{10}, où le terme moyen est nul, ne viole pas les règles fondamentales imposées par Gauss. Or c'est ce qui a lieu ; car, d'une part, la somme des termes moyens 16 et 0 de f_8 et f_9, respectivement, est un multiple $-4 = h_9$ du troisième terme de f_8, de même que la somme analogue de f_9 et f_{10} est un multiple $h_{10} = 0$ du troisième terme de f_9 ; d'autre part, on vérifie immédiatement qu'on passe de f_8 à f_9 et de f_9 à f_{10} par la transformation 0, -1, 1, h, qui donne, dans le premier cas, $x = -y'$, $y = x' - 4y'$ et, dans le second cas, $x = -y'$, $y = x'$.

» La légitimité de cette admission est donc établie, *en fait*, dans l'exemple numérique qui a été choisi ; il reste à l'établir d'une façon générale, en opérant sur des données purement algébriques, pour le genre de questions qui nous occupe.

» Soit donc $(a^2 - 4)x^2 - 4y^2 = \pm 1$, l'équation dont il s'agit de démontrer l'impossibilité, dans le cas de $a = 4n + 1$ $(n = 1, 2, 3, \ldots)$.

» La méthode mixte fournit le Tableau ci-après de la période et des coefficients de substitution :

	h	Coefficients de substitution. α	β	γ	δ
$f = a^2 - 4,\ 0,\ -4$	0	1	0	0	1
....	....	....		....	....
$f_1 = -4,\ 2(a-1),\ 2a-5$	$2n$	0	1	1	$1-2n$
$f_2 = 2a-5,\ 2(a-4),\ -16$	2	-1	2	$2n$	$(4n-1)$
$f_3 = -16,\ 2(a-6),\ 3a-10$	$(n-1)$	-2	$2n-1$	$-(4n-1)$	$4n^2-n-1$
$f_4 = 3a-10,\ a-2,\ -(a+2)$	1	$2n-1$	$2n+1$	$4n^2-n-1$	$4n^2+3n$
$f_5 = -(a+2),\ a-2,\ 3a-10$	2	$2n+1$	$(6n+1)$	$4n^2+3n$	$-(12n^2+5n-1)$
$f_6 = 3a-10,\ 2(a-6),\ -16$	1	$(6n+1)$	$(8n+2)$	$-(12n^2+5n-1)$	$(16n^2+8n-1)$
$f_7 = -16,\ 2(a-4),\ 2a-5$	$-(n+1)$	$-(8n+2)$	$8n^2-1$	$(16n^2+8n-1)$	$4n(4n^2+n-1)$
$f_8 = 2a-5,\ 2(a-1),\ -4$	2	$8n^2-1$	$8n(2n+1)$	$4n(4n^2+n-1)$	$8n^2(4n+3)-1$
$f_9 = -4,\ 0,\ a^2-4$	$-2n$	$8n(2n-1)$	$[8n^2(4n+3)-1]$	$8n^2(4n+3)-1$	$-64n^3(n+1)-2n(2n-$ [illegible]
$f_{10} = a^2-4,\ 0,\ -4$	0	$-[8n^2(4n+3)-1]$	$8n(2n+1)$	$64n(n+1)+2n(2n-3)$	$-[8n^2(4n+3)-1]$

» Toutes les remarques faites sur le Tableau numérique ci-dessus se reproduisent ici, savoir :

» 1° L'égalité (au signe près) du terme moyen et du troisième terme de la réduite f_1 :

» 2° L'identité de α_{10} et de δ_{10}, qui découle de ce que les valeurs de $m\alpha'$ et $m\delta'$, données dans le cours de l'art. 162 des *Disquisitiones* [quatre lignes plus haut que les formules générales (I)], savoir :

$$m\alpha' = \alpha T - (B\alpha + C\gamma)U, \qquad m\delta' = \delta T + (A\beta + B\delta)U,$$

deviennent, dans le cas présent,

$$\alpha_{10} = \delta_{10}$$

(et, plus généralement, $\alpha_n = \delta_n - T$), parce que les quantités m, α, β, γ, δ et B prennent, respectivement, les valeurs 1, 1, 0, 0, 1, 0, et que α', δ' ne sont autres que α_{10} et δ_{10}; chacun d'eux est égal à t_1 ;

» 3° La divisibilité de γ_{10} par le premier terme $A = a^2 - 4$ de la forme donnée $|a^2 - 4, 0, -4|$; le quotient est égal à u_1 ;

» 4° L'inutilité de calculer d'autres coefficients que les δ, puisque ceux-ci suffisent pour faire connaître α_{10} et γ_{10} ;

» 5° Enfin, le passage normal de la forme f_8 à la forme f_9 par les binomes de transformation $x = -y'$, $y = x' - 2n.y'$, et de celle-ci à la forme f_{10} par les formules $x = -y'$, $y = x'$; comme on s'en assure immédiatement en effectuant ce facile calcul. S'il s'agissait d'une équation résoluble, de la forme $mx^2 - ny^2 = \pm 1$, il se présenterait, au centre i de la période, trois réduites telles que $f_{i-1} = |\pm A, B, \mp 1|$, $f_i = |\mp 1, 0, \pm D|$, $f_{i+1} = |\pm D, 0, \mp 1|$ (D étant le déterminant positif mn), et la période rétrograderait vers son origine, à la suite de cette dernière. Or il est clair que, dans ce cas encore, le passage de f_{i-1} à f_i et celui de f_i à f_{i+1} se font dans les conditions normales, puisque $b + 0$ est toujours un multiple de 1, et que $0 + 0$ peut aussi être regardé comme un multiple de D, dont le facteur est zéro. Ajoutons que les valeurs α_i et γ_i du premier et du troisième coefficient de transformation sont alors, respectivement, des valeurs de x et de y [1], satisfaisant à l'équation $mx^2 - ny^2 = \pm 1$, et qu'il en est

---

[1] Ces valeurs x_0, y_0, *minima minimorum*, résultent des formules (1) (*Comptes rendus*, p. 867), en y faisant $t = t_0 = 1$, $u = u_0 = 0$. Mais comme celles-ci, à cause de leur évidence, ne sont pas comptées parmi les solutions de l'équation $t^2 - Du^2 = 1$, je n'ai pas non plus compté x_0, y_0 parmi les solutions de l'équation proposée dans chacun

de même des coefficients α et γ, de rang $np+i$ (p étant le nombre des réduites dont se compose la période et n un entier quelconque positif, y compris zéro), si l'on continue le Tableau jusqu'à la n^{ieme} période.

» Passant actuellement à l'application de la méthode de Gauss, on obtient le Tableau suivant, où la forme F est proprement équivalente à la forme donnée $\Phi = |a^2-4,\ 0,\ -4|$, et sert de réduite initiale dans la période, conformément à la règle posée dans le n° 195, des *Disquisitiones :*

	Coefficients de substitution				
	$h.$	$\alpha.$	$\beta.$	$\gamma.$	δ (¹).
$F = -4,\ 2(a-1),\ 2a-5,$	0	1	0	0	1
.....	.....	.....	.....	.....	.....
$f_1 = 2a-5,\ 2(a-4),\ -16$	2	0	-1	1	2
$f_2 = -16,\ 2(a-6),\ 3a-10$	$-(n-1)$	-1	$n-1$	2	$-(2n-1)$
$f_3 = 3a-10,\ a+2,\ -(a+2)$	1	$n-1$	n	$-(2n-1)$	$-(2n+1)$
$f_4 = -(a+2),\ a+2,\ 3a-10$	-2	n	$-(3n-1)$	$-(2n+1)$	$6n+1$
$f_5 = 3a-10,\ 2(a-6),\ -16$	1	$-(3n-1)$	$-(4n-1)$	$6n+1$	$8n+2$
$f_6 = -16,\ 2(a-4),\ 2a-5$	$-(n-1)$	$-(4n-1)$	$2n(2n-1)$	$8n+2$	$-(8n^2-1)$
$f_7 = 2a-5,\ 2(a-1),\ -4,$	2	$2n(2n-1)$	$8n^2-1$	$-(8n^2-1)$	$-8n(2n+1)$
$f_8 = -4,\ 2(a-1),\ 2a-5$	$-(a-1)$ [ou $-4n$]	$8n^2-1$	$-2n(16n^2+2n-3)$	$-8n(2n+1)$	$8n^2(8n+5)-1$

» On y voit que la période, qui a rétrogradé à mi-chemin, s'achève sans qu'on y ait rencontré la réduite $f = |\mp 1,\ 2a-1,\ \pm(4a-17)|$, que Gauss (d'après le n° 195 des *Disq.*) prend pour l'équivalente de la forme, à terme moyen nul, $\varphi = [\pm(4a^2-16),\ 0,\ \mp 1]$. On en conclut, comme précédemment, que l'équation proposée n'est pas résoluble. On trouve ensuite

$$t_1 = \tfrac{1}{2}(\alpha_8+\delta_8) = \tfrac{1}{2}[8n^2-1+8n^2(8n+5)-1] = 8n^2(4n+3)-1,$$

$$u_1 = \frac{\gamma_8}{A} = \frac{-[8n(2n+1)]}{-4} = 2n(2n+1).$$

Ces résultats sont les mêmes que ceux fournis par la méthode mixte; mais ils ont exigé le calcul de sept coefficients de plus.

» Les mêmes remarques, démonstrations et identités se présentent, avec

des cinq problèmes de ma Note du 21 mars, réservant cette qualification de *moindres valeurs de x et y* à celles x_1, y_1 qui viennent ensuite et correspondent à t_1 et u_1.

(¹) Remarquez que tous les δ de ce Tableau sont les mêmes, sauf le dernier, que les β du Tableau précédent, sauf les deux derniers.

de simples nuances, dans les problèmes dont ma Note du 21 mars donne la solution. Dans la méthode de Gauss, le nombre total des réduites est alors inférieur de quatre unités à celui des réduites de ma méthode. Mais comme il y faut calculer *tous* les β et les δ, si l'on veut résoudre complètement le problème par la détermination de x et de y, il s'ensuit qu'au point de vue de la simplicité des opérations l'avantage reste encore à la méthode mixte, qui fait concourir vers un même but le procédé de Lagrange et celui de Gauss, dans ce genre particulier de questions au delà duquel je ne me permettrai de porter ni la discussion, ni la comparaison. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude du phénomène de Zeeman.* Note de MM. **Henri Becquerel** et **H. Deslandres**.

« L'un de nous a déjà entretenu l'Académie de l'important phénomène découvert, il y a plus d'un an, par MM. Lorentz et Zeeman, phénomène qui manifeste l'influence d'un champ magnétique sur les périodes vibratoires des radiations émises par les vapeurs incandescentes. En particulier, lorsqu'on dispose une source lumineuse dans un champ magnétique, et qu'on étudie son spectre dans une direction normale au champ, M. Zeeman a reconnu que certaines vibrations simples se décomposaient en un triplet dont les composantes extrêmes étaient polarisées rectilignement dans un plan parallèle aux lignes de force et la composante centrale polarisée dans un plan perpendiculaire.

» Plus tard, MM. Cornu et Michelson ont montré, chacun de leur côté, que le phénomène était plus complexe. M. Cornu a trouvé que la raie médiane devient souvent double, l'écartement des raies de ce doublet étant environ $\frac{a}{2}$, en appelant a l'écartement des raies extrêmes du doublet polarisé parallèlement au champ magnétique. M. Michelson a été plus loin, et, en étudiant de nombreuses sources au moyen de son réfractomètre, il a conclu, des variations de visibilité des anneaux d'interférence, que chacune des trois raies du triplet observé par M. Zeeman devait être ellemême un triplet dont les trois composantes, polarisées dans le même plan, pouvaient avoir des intensités très différentes, et apparaître soit comme un doublet, soit comme une raie simple. L'écartement de deux composantes voisines de ce triplet secondaire serait $\frac{a}{4}$ pour le groupe polarisé perpendiculairement au champ magnétique, et $\frac{a}{4}$ ou quelquefois $\frac{a}{6}$ pour

le groupe polarisé parallèlement au champ, *a* ayant la même signification que ci-dessus.

» Le mode de division des raies, indiqué par M. Michelson comme étant le plus général, comprend en particulier le cas signalé par M. Cornu; d'après ces observations, l'allure générale du phénomène découvert par M. Zeeman serait la même et les raies polarisées parallèlement au champ magnétique comprendraient toujours entre elles les raies polarisées perpendiculairement.

» Dans les recherches que nous avons entreprises, nous avons reconnu un mode de division qui ne rentre pas dans les catégories énumérées par M. Michelson; contrairement à ce qui a été observé jusqu'ici, une raie peut se diviser de manière que les composantes polarisées perpendiculairement au champ comprennent le groupe polarisé parallèlement. Ce phénomène d'inversion des modes de division que l'on rencontre le plus généralement nous a paru assez important pour être signalé dès maintenant.

» L'appareil que nous avons employé est un spectroscope photographique à réseau plan de Rowland ($0^m,05 \times 0^m,08$), qui recevait les radiations dans une direction perpendiculaire au champ magnétique, et dont on a pu utiliser le spectre du quatrième ordre. La source lumineuse était une étincelle électrique éclatant entre les pôles d'un électro-aimant, et dont l'image était projetée sur la fente du spectroscope, au travers d'un rhomboèdre de spath; on avait ainsi deux images de l'étincelle superposées et polarisées dans les deux plans principaux du champ magnétique.

» Le plus souvent, l'observation a été faite par la Photographie, de sorte que la même épreuve a présenté toutes les circonstances du phénomène pour un grand nombre de raies obtenues simultanément dans les mêmes conditions.

» Parmi les spectres des divers métaux que nous avons étudiés, nous citerons le spectre du fer, particulièrement intéressant à cause des raies fines et nombreuses qu'il présente dans les régions visible et ultra-violette. En attendant la publication des mesures micrométriques des clichés que nous avons obtenus, nous signalerons aujourd'hui, à titre d'exemple, une petite portion du spectre du fer entre les longueurs d'onde $0^\mu,387$ et $0^\mu,382$, qui est particulièrement curieuse par les variations qui s'y trouvent réunies.

» Le Tableau suivant donne en dix-millionièmes de millimètre les diffé-

rences de longueur d'onde correspondant aux dédoublements mesurés sur une même épreuve, pour quelques-unes des nombreuses raies photographiées.

Longueurs d'onde des raies en dehors du champ magnétique	Dans le champ magnétique (¹), différence de longueur d'onde des raies polarisées	
	perpendiculairement au champ.	parallèlement au champ.
3872,61	0,207	0,383
3865,65	0,368	0
3860,03	0	0,369
3858,40 (nickel)	0	0,293
3856,49	0	0,355
3850,10	0	0
3841,19 (	0	0,184 (
3840,58 (	0	0,159 (
3834,37	0	0,230
3824,58	0	0,360
Raie L 3820,64	0	0,287

» La figure ci-contre donne une idée de l'aspect que prend dans le champ magnétique cette région particulièrement intéressante du spectre du fer.



» On reconnaît dans cette région une raie (λ = 385010) qui n'est pas dédoublée alors que d'autres présentent, à des degrés différents, le phénomène observé par M. Zeeman; une raie (λ = 3872,61) montre un quadruplet comme dans les cas étudiés par M. Cornu; mais nous appelons tout particulièrement l'attention sur la raie (λ = 3865,65). Cette raie se

(¹) Un appareil plus puissant permettrait vraisemblablement de reconnaître comme multiples certaines raies que nous notons ici comme simples, mais pour lesquelles l'intervalle des composantes serait au plus égal à $0^{\mu},00001$. Quelques-unes des différences observées pour des raies de la même région paraissent dans un rapport simple.

divise en un triplet, mais, à l'inverse des autres raies, elle présente un dédoublement notable dans le spectre polarisé perpendiculairement au champ et apparaît comme à peine élargie (d'une quantité inférieure à $0^{\mu},00001$) dans le spectre polarisé parallèlement au champ.

» Dans le même champ magnétique la différence des longueurs d'onde des composantes extrêmes du quadruplet D_1 ($\lambda = 5896,16$) était $\Delta\lambda = 0,788$.

» Les anomalies que nous venons de signaler nous montrent que l'influence magnétique met en évidence des différences jusqu'alors inconnues entre les raies d'un même spectre, et ouvre ainsi un monde nouveau de faits qui intéresse la Physique, la Chimie et même l'Astronomie. Ce phénomène peut, en particulier, fournir des distinctions importantes entre les raies d'un même corps ou de corps différents, et déceler des groupes naturels de raies vainement recherchés jusqu'ici dans un certain nombre de spectres.

» A l'appui de cette opinion nous citerons le fait suivant. La bande ($\lambda = 388$) du carbone a été photographiée par nous sous l'influence du champ magnétique. Cette bande, qui se retrouve dans le Soleil et dans les comètes, est remarquable, comme on sait, par la succession régulière de ses raies et par leur grand nombre. Or ces raies n'ont montré aucun dédoublement ou élargissement sensible, alors que les raies du calcium, photographiées avec la même source, sur la même plaque, offrent très nettement la division habituelle. Cette observation peut être rapprochée du résultat négatif obtenu par M. Zeeman avec le spectre d'absorption de la vapeur d'iode. Il convient toutefois d'étudier d'autres spectres de bandes avant de conclure à une loi générale et à un nouveau caractère distinctif des spectres de bandes et des spectres de lignes qui, comme on le sait, présentent des lois différentes de la répartition des raies.

» Nous ajouterons encore que, dans la région ultra-violette voisine de $\lambda = 0^{\mu},310$, nous n'avons pu obtenir que des dédoublements à peine sensibles, et bien que, dans la région étudiée plus haut, on ne reconnaisse *a priori* aucune loi simple entre le dédoublement et la longueur d'onde, il semble que l'effet général soit notablement plus grand pour les grandes longueurs que pour les petites, conformément aux idées publiées déjà par l'un de nous. Il convient aussi de rappeler que M. Zeeman n'a pu observer de dédoublement de raies dans le voisinage de $\lambda = 330$, et que, dans le Tableau des expériences de M. Michelson, les plus grands dédoublements correspondent aux rayons rouges.

» Les anomalies complexes que nous venons de signaler et, en particulier, le phénomène nouveau d'inversion que nous avons observé, loin de diminuer l'importance du phénomène découvert par M. Zeeman, nous montrent au contraire comment l'influence magnétique affecte les mouvements intimes de la matière, et révèlent des effets dont l'intérêt s'accroît avec les horizons nouveaux qu'ils font entrevoir [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mouvements de la Sensitive développée dans l'eau.* Note de M. GASTON BONNIER.

« J'ai réussi à cultiver des Sensitives (*Mimosa pudica*) complètement immergées dans l'eau, soit à partir d'un certain développement dans l'air, soit même à partir de la graine. L'eau était constamment aérée et toujours renouvelée.

» Les pieds de Sensitives, obtenus dans ces conditions, présentent, aux points de vue de la structure, de la position des pétioles et des folioles, des mouvements de sommeil, des mouvements dus aux anesthésiques et des mouvements provoqués, plusieurs différences avec ce qui se produit dans les conditions normales, et qu'il me paraît intéressant de signaler.

» I. *Position des feuilles et des folioles à l'état de veille.* — De nombreux pieds de Sensitives, de développement comparable, ayant au moins quatre feuilles entièrement formées, étaient placés à la même température, dans les mêmes conditions d'éclairement, à la lumière diffuse, les uns dans l'air et s'étant développés dans l'air, les autres dans l'eau et ayant poussé complètement dans l'eau, depuis leur germination :

» 1° Si l'on compare la position des feuilles développées dans l'air à celle des feuilles développées dans l'eau, on constate d'abord que le pétiole primaire est toujours plus redressé dans l'eau.

» A 10^h du matin et à la température de 21°, l'angle que fait ce pétiole avec la partie inférieure de la tige est :

Pour la feuille développée dans l'air.......	125°	différence 31°
Pour la feuille développée dans l'eau.......	156°	

» L'angle de la direction moyenne des pétioles secondaires avec le pé-

(1) Nous avons été obligeamment aidés dans ces expériences par M. Matout.

tiole primaire, compté en dessous, présente une différence encore plus grande :

Pour la feuille développée dans l'air........	130°	différence 130°
Pour la feuille développée dans l'eau........	260°	

» L'angle des folioles avec le pétiole secondaire ne diffère pas beaucoup.

» Il en résulte, pour la plante développée dans l'eau, un aspect tout autre, les feuilles ayant alors leurs pétioles principaux dressés et leurs pétioles secondaires redressés presque à angle droit sur le pétiole commun.

» 2° Une des causes qui produisent ce changement de position des feuilles, dans l'eau, est la différence de densité entre les tissus de la plante chargés de gaz et la densité de l'eau. En effet, si l'on immerge une Sensitive développée dans l'air, on voit ses pétioles se redresser presque autant que pour la Sensitive développée dans l'eau.

» Une autre manière de prouver ce fait consiste à retourner de bas en haut dans l'eau, une Sensitive qui a formé ses feuilles dans l'eau. Les feuilles déjà développées se redressent autant que le leur permet l'élasticité des renflements moteurs et les nouvelles feuilles s'y épanouissent de façon à faire avec la verticale un angle de 130° à 155°.

» Comme comparaison, on peut retourner de haut en bas, dans l'air, un pied de Sensitive développé dans l'air, et lorsqu'on vient d'opérer le retournement, l'angle du pétiole primaire avec la tige n'est pas sensiblement modifié.

» II. *Mouvements dus aux variations du jour et de la nuit.* — Les pieds de Sensitives précédents, les uns développés dans l'air, les autres complètement développés dans l'eau, ont été observés pendant des jours et des nuits consécutifs, dans les mêmes conditions de température, d'éclairement et d'obscurité successives.

» 1° D'une manière générale, les Sensitives développées dans l'eau, et maintenues dans l'eau, ont donné à leurs folioles la position de veille une heure à une heure et demie *après* les Sensitives normales ; et elles se sont endormies une heure à une heure et demie *avant* les mêmes Sensitives développées dans l'air.

» Le temps de veille est donc moindre que pour les plantes qui ont poussé dans l'air.

» 2° Pour déterminer si ces changements sont dus directement au milieu aquatique, ou bien s'ils sont dus à la différence de structure des renflements moteurs formés dans l'eau ou formés dans l'air, j'ai fait les expériences suivantes :

» Des pieds de Sensitives qui s'étaient entièrement développés dans l'eau ont été mis *dans l'air* et observés pendant des jours successifs dans les mêmes conditions que des Sensitives semblables développées dans l'air. Ces Sensitives ont pris leur position de sommeil et de veille, comme si elles étaient restées dans l'eau. Elles se sont réveillées environ une heure à une heure et demie après les Sensitives normales et se sont endormies une heure à une heure et demie avant. Ce n'est donc pas l'influence immédiate du milieu, mais l'organisation spéciale acquise pendant leur développement par leurs renflements moteurs, qui produit cette différence.

» Réciproquement, des pieds de Sensitives développés dans l'air ont été immergés dans de l'eau maintenue à la même température que l'air; elles se sont réveillées et endormies sensiblement en même temps que les pieds développés dans l'air et laissés dans l'air. Ces expériences confirment donc les précédentes.

3° L'amplitude de ces mouvements est aussi très différente pour les Sensitives qui ont crû dans l'eau et pour celles qui ont poussé dans l'air et qui sont laissées dans ces deux milieux.

» Ainsi, la différence maximum entre la position de veille et celle de sommeil du pétiole primaire est, en moyenne :

Dans l'air et pour les feuilles développées dans l'air.....	55° de différence.
Dans l'eau et pour les feuilles développées dans l'eau....	22° de différence.

» Ceci s'explique en grande partie par l'action du milieu qui tend toujours à redresser les feuilles dans l'eau; mais l'amplitude moindre du mouvement est due aussi à la structure moins différenciée des renflements moteurs qui se sont formés sous l'eau. En effet, les Sensitives développées dans l'eau et mises dans l'air ont toujours un mouvement d'une amplitude moindre, en passant de la veille au sommeil, que les Sensitives normales. Réciproquement, une Sensitive développée dans l'air et qui vient d'être immergée dans l'eau a des mouvements de sommeil d'une amplitude plus grande que ceux de la Sensitive qui a crû dans l'eau.

» Il faut ajouter que, pour les feuilles développées dans l'eau, la position de sommeil dans l'eau est moins accentuée aussi pour les pétioles

secondaires qui se rapprochent moins entre eux, et pour les folioles qui ne s'appliquent pas exactement les unes sur les autres.

» III. *Mouvements dus aux anesthésiques.* — Il est difficile de comparer les mouvements des feuilles de Sensitives dans l'air renfermant une certaine proportion d'un anesthésique, de chloroforme par exemple, et de Sensitives complètement développées dans l'eau, puis placées dans de l'eau chloroformée, assez peu pour ne pas supprimer les mouvements de sommeil, mais ayant assez d'anesthésique pour supprimer les mouvements spontanés.

» Ce que je puis dire, c'est que les Sensitives développées dans l'eau prennent la position de sommeil dans de l'eau chloroformée et que les différences d'angles, avec les Sensitives normales exposées aux vapeurs de chloroforme, sont analogues à celles que je viens de citer pour la position de sommeil.

» IV. *Mouvements provoqués par le contact.* — On sait que dans une Sensitive normale les mouvements provoqués par le contact diffèrent beaucoup des mouvements de sommeil, soit par leur nature, soit par la manière dont ils peuvent se transmettre d'une feuille à l'autre.

» Dans ces mouvements, le pétiole primaire s'abaisse beaucoup plus encore que dans la position de sommeil et ne fait plus avec la partie inférieure de la tige qu'un angle de 30° à 45°, tandis que les pétioles secondaires sont placés presque dans le même plan que le pétiole commun; quant aux folioles, elles se redressent et s'appliquent les unes contre les autres comme dans la position de sommeil.

» 1° Paul Bert a déjà constaté que les mouvements provoqués se produisent lorsqu'on immerge dans l'eau une Sensitive développée dans l'air ([1]), mais je parle ici de ces mouvements chez les Sensitives qui ont effectué tout leur développement dans l'eau.

» Celles-ci sont sensibles à l'irritation, mais moins que les Sensitives normales, soit qu'on les maintienne dans l'eau, soit qu'on les mette dans l'air. L'amplitude du mouvement du pétiole primaire est moindre, les pétioles secondaires restent en partie redressés et le mouvement des folioles n'est pas complet.

([1]) Paul Bert, *Journal d'Anatomie et de Physiologie*, p. 226; 1872.

» 2° Si l'on retourne de bas en haut, dans l'eau, une Sensitive développée dans l'eau, les mouvements provoqués ont une amplitude plus grande que dans la position ordinaire. Au contraire, si l'on retourne de bas en haut, dans l'air, une Sensitive développée dans l'air, les mouvements provoqués ont une amplitude moins grande que ceux d'une Sensitive normale.

» Cela s'explique très facilement car, dans le premier cas, la poussée agit sur la Sensitive retournée dans le sens du mouvement provoqué et, dans le second cas, la pesanteur agit en sens contraire.

» Cette dernière expérience, qui consiste simplement à provoquer le mouvement des feuilles sur une Sensitive ordinaire retournée dans l'air, de bas en haut, est particulièrement instructive au sujet de la puissance relative des divers renflements moteurs d'une même feuille. En effet, si l'on provoque le mouvement d'une feuille chez la Sensitive retournée, on voit le pétiole primaire se redresser par rapport à un plan horizontal et les pétioles secondaires s'abaisser, au contraire, prenant sensiblement, par rapport à un plan horizontal, la même position absolue que si la plante n'était pas retournée. Cela prouve que, par rapport aux poids qu'ils soulèvent, le renflement moteur du pétiole commun a beaucoup plus d'action que les renflements moteurs des pétioles secondaires qui parviennent à peine à lutter contre l'influence de la pesanteur.

» 3° Si l'on étudie, enfin, la transmissibilité de l'excitation d'une feuille à l'autre de la même plante, on constate que la vitesse de transmission est beaucoup moindre chez les Sensitives développées dans l'eau que chez les Sensitives normales, qu'elles soient les unes ou les autres placées dans l'air ou dans l'eau.

» Cette différence est donc encore due aux modifications de structure des deux plantes, et surtout aux modifications des tissus conducteurs, car, comme Dutrochet l'a prouvé le premier, la transmission se fait seulement par les tissus vasculaires.

» V. *Modifications de la structure des Sensitives développées dans l'eau.* D'une manière générale, les Sensitives développées entièrement dans l'eau présentent des modifications qui sont analogues à celles de toutes les plantes que l'on fait croître en les maintenant immergées, mais il est à remarquer que l'écorce et les parenchymes sont à peine altérés par le milieu aquatique, tandis que les parties vasculaires et les gaines de fibres qui les entourent sont profondément modifiées.

» 1° *Tiges.* — Les tiges qui se sont développées dans l'eau ont leur écorce

un peu plus grande par rapport au cylindre central, mais la modification principale se produit dans les fibres qui ne forment plus un anneau continu, qui sont moins nombreuses, moins lignifiées et beaucoup moins épaisses. Les vaisseaux sont moins nombreux, moins lignifiés et de plus petit calibre.

» 2° *Pétioles.* — Le pétiole commun adulte, dans des régions comparables, présente, lorsqu'il s'est développé dans l'eau, les changements suivants : ses lacunes aérifères sont un peu plus développées, mais le tissu cortical est très analogue à celui des Sensitives normales. L'anneau de fibres qui entoure la partie centrale est discontinu au lieu d'être continu; les fibres y sont beaucoup moins épaisses et très peu lignifiées. Les vaisseaux du bois sont moins nombreux, plus isolés, non réunis entre eux par des cellules épaissies. Les deux cordons vasculaires latéraux ont aussi des arcs de fibres notablement moins épaissies et moins lignifiées.

» 3° *Folioles.* — Le parenchyme en palissade des folioles a des cellules beaucoup moins allongées et les vaisseaux et les fibres des nervures sont très peu différenciés.

» 4° *Renflements moteurs.* — Le renflement moteur, placé à la base du pétiole commun, présente, dans sa partie fibreuse et vasculaire, de très grandes différences avec celui de la Sensitive normale, tandis qu'il n'y a aucune modification sensible dans les autres termes de ce renflement. C'est là un point très important à considérer au point de vue des expériences précédentes.

» La partie centrale, qui comprend les fibres et les vaisseaux, est beaucoup moins développée; la lignification y est bien plus faible, les vaisseaux sont moins nombreux et la moelle, au lieu d'être constituée entièrement par du sclérenchyme, est formée de cellules parenchymateuses. Des coupes longitudinales font voir que tous ces éléments sont toujours moins allongés que dans le renflement normal.

» Les autres renflements montrent seulement des modifications analogues.

» VI. *Conclusions.* — On peut déduire de tout ce qui précède les conclusions suivantes :

» 1° *Les Sensitives entièrement développées dans l'eau présentent, malgré cette immersion continue et complète, des mouvements alternatifs de veille et de sommeil et des mouvements d'irritation.*

» 2° *Ces Sensitives qui se sont formées sous l'eau ont un temps de veille moins*

long que les Sensitives normales, les unes ou les autres étant placées dans l'air ou dans l'eau.

» *L'amplitude des mouvements de sommeil et de veille est moindre; la transmissibilité se fait avec une vitesse plus petite.*

» 3° *Les Sensitives entièrement développées dans l'eau ne présentent de modifications importantes de leurs tissus que pour les fibres et les vaisseaux, et, en particulier, dans les renflements moteurs.*

» *Or, les expériences citées prouvent que le changement dans les mouvements est dû à la modification de la structure. On peut donc en déduire que, dans les renflements moteurs, c'est la partie fibreuse et vasculaire qui joue le rôle principal dans tous les mouvements de la Sensitive, ainsi que dans la transmission de ces mouvements.* »

M. **Maurice Lévy** présente la première Partie des Leçons qu'il a professées au Collège de France, en 1893-1894 : *Sur la théorie des Marées.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Darboux, Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, J. Bertrand, Darboux, Poincaré, Sarrau.

Prix extraordinaire. — MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Sebert.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Sarrau, Guyou, Maurice Lévy, Deprez.

Prix Lalande (Astronomie). — MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau, Janssen.

Prix Valz (*Astronomie*). — MM. Lœwy, Faye, Callandreau, Wolf, Janssen.

Prix Montyon (*Statistique*). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, J. Bertrand, de Freycinet, Rouché, Brouardel.

Prix Jecker (*Chimie organique*). — MM. Friedel, Troost, Arm. Gautier, Moissan, Grimaux, Ditte.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la déformation des pièces comprimées et la stabilité des grandes charpentes.* Mémoire de M. **A. Bérard**, présenté par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Léauté.)

« C'est un fait connu que les poutres de pont périssent généralement, non par flexion simple s'opérant dans le plan même de la poutre, mais bien plutôt par suite d'un gauchissement dans lequel les semelles comprimées fléchissent perpendiculairement à ce plan.

» Il est facile de voir que les parties comprimées des semelles se trouvent dans la situation d'une pièce chargée debout, qui reste droite tant que la charge ne dépasse pas une certaine limite, mais qui fléchit ou, plus exactement, qui peut fléchir quand cette limite est dépassée.

» Les poutres de pont présentent ainsi un genre particulier d'instabilité contre lequel il est essentiel de se mettre en garde.

» Or les théories actuelles ne fournissent d'indications à cet égard que dans le cas simple dont nous venons de parler, si bien que les seuls ouvrages dont la stabilité puisse être assurée en toute certitude sont les systèmes articulés si justement préconisés par M. Maurice Lévy.

» Il importe dès lors de combler cette lacune dont les ingénieurs sont d'ailleurs depuis longtemps avertis par l'impossibilité où ils se trouvent de décider si le gauchissement est ou non à redouter et de calculer, le cas échéant, le contreventement destiné à le prévenir.

» Une étude théorique est même d'autant plus nécessaire, dans ce cas, que les épreuves de réception peuvent ne pas mettre en évidence l'instabilité particulière dont il s'agit.

» En effet, même quand cette instabilité est réelle, l'ouvrage, calculé

comme il l'est d'habitude, est en état de résister à toutes les charges prévues tant que les hypothèses qui ont servi de base au calcul se trouvent satisfaites; et c'est seulement quand des circonstances particulières ont provoqué un commencement de déformation des parties instables que cette instabilité peut apparaître.

» En considérant les semelles comprimées comme des pièces isolées, le problème revient, en définitive, à étudier les conditions de flexion d'une pièce soumise, dans sa longueur, à des efforts de compression variables d'un point à un autre, et qui se trouve en même temps soutenue latéralement par des actions élastiques qui tendent à s'opposer à sa flexion.

» Comme d'un autre côté l'action de l'âme prévient toute flexion des semelles dans le plan de la poutre, il n'y a lieu d'envisager que la flexion de ces pièces dans le plan perpendiculaire, ce qui ramène le problème à une question de flexion plane.

» Abordée par la méthode ordinaire, la question, même réduite à ces termes, serait cependant presque impossible à résoudre; mais on arrive, comme nous le montrons dans le présent Travail, à obtenir des indications largement suffisantes pour la pratique, en renversant en quelque sorte le problème et en remontant à l'expression même du travail de déformation qui indique la manière dont varie le travail des diverses forces quand la pièce subit une déformation donnée.

» Parmi les résultats qui se dégagent de cette étude, les plus simples sont les suivants :

» 1° Dans une pièce comprimée à la manière de la semelle supérieure d'une poutre de longueur L, chargée d'un poids uniformément réparti et non soutenue latéralement, la flexion est à redouter si la compression maxima atteint la limite

$$N = 20\frac{EI}{L^2}.$$

» 2° Si, au contraire, la pièce est soutenue latéralement par des actions élastiques telles qu'un écartement y d'un élément ds engendre une force $qyds$, la compression maxima, à partir de laquelle la flexion est à craindre, a pour valeur

$$= 20\frac{EI}{L^2} + \frac{1}{5}qL^2 \qquad \text{si} \qquad qL^2 + 2N < 100\frac{EI}{L^2}$$

et

$$N = \frac{20}{7}\sqrt{\frac{EI}{L^2}(qL^2 + 2N)} \qquad \text{si} \qquad qL^2 + 2N > 100\frac{EI}{L^2}.$$

» Ces dernières formules donnent le moyen de fixer la raideur que doit présenter le contreventement pour assurer la stabilité de la pièce quand sa raideur propre ne suffit plus à prévenir la flexion.

» Au degré de précision que comportent des calculs de ce genre, l'emploi des seules formules qui précèdent pourrait même déjà suffire à guider les ingénieurs et leur permettrait, dans la plupart des cas, d'établir d'une manière rationnelle les contreventements nécessaires.

» Mais la considération du travail de déformation que nous utilisons n'est pas limitée aux cas spéciaux que nous venons d'indiquer; cette méthode si féconde s'applique à un ouvrage quelconque et nous montrons qu'elle n'exige pas en général des calculs très laborieux.

» On est, en effet, presque toujours fixé d'avance sur la nature des déformations qui peuvent entraîner la ruine d'un ouvrage donné et la question se réduit à vérifier si ces déformations sont ou non à redouter. Il suffit dès lors, pour la trancher, de former l'expression du travail correspondant à ces déformations et de voir si ce travail est positif ou négatif.

» Si le travail correspondant à la déformation considérée est négatif, il faut une dépense d'énergie pour la provoquer, et si des circonstances accidentelles l'ont produite, elle tendra d'elle-même à disparaître; cette déformation ne sera donc pas à craindre. Si, au contraire, ce travail est positif, la déformation ne pourra être détruite qu'au prix d'une dépense d'énergie et le plus souvent elle aura tendance à augmenter une fois produite.

» Or, l'évaluation de ces travaux peut toujours se faire aisément en partant du tracé graphique qui représente la déformation, soit que les efforts dépendent uniquement de la quantité qui représente la déformation en chaque point, soit que, plus généralement, ils dépendent, en outre, des dérivées de cette quantité. »

M. L. **Lagarde** soumet au jugement de l'Académie divers appareils électriques dont il donne la description et l'emploi.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Violle.)

M. **Œchsner de Coninck** adresse une réclamation de priorité relative à ses recherches sur le rachitisme.

(Renvoyé à une Commission composée de MM. Bouchard, A. Gautier et Potain.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite les Membres de l'Académie à assister, le samedi 16 avril, à 2^h, à la réunion générale de clôture des séances du Congrès des Sociétés savantes.

M. **de Jonquières** offre à l'Académie, en la priant de la conserver dans ses Archives, la Lettre autographe de *Gauss* dont il avait communiqué le texte dans la séance du 13 avril 1896.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences qui sont de plusieurs manières des congruences* K. Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« J'ai appelé congruence K une congruence conjuguée à un réseau C; j'ai montré qu'une telle congruence est applicable sur une congruence de l'espace à cinq dimensions (voir ma précédente Note). Je vais chercher, ici, s'il est possible que cette congruence soit applicable sur deux congruences distinctes de l'espace à cinq dimensions.

» Les plans focaux d'une congruence K sont définis par les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} aX_1 + eX_2 + gX_3 + h = 0, \\ bX_1 + fX_2 + kX_3 + l = 0, \end{cases}$$

où l'on a

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial a}{\partial v} = bm, & \dfrac{\partial e}{\partial v} = fm, & \dfrac{\partial g}{\partial v} = km, & \dfrac{\partial h}{\partial v} = lm, \\ \dfrac{\partial b}{\partial u} = an, & \dfrac{\partial f}{\partial u} = en, & \dfrac{\partial k}{\partial u} = gn, & \dfrac{\partial l}{\partial u} = hn, \end{cases}$$

où a, e, g, b, f, k, m, n sont les rotations d'un déterminant orthogonal à cinq lignes.

» Si cette congruence K est applicable sur une autre congruence de l'espace à cinq dimensions, il faudra qu'il existe un nouveau système de fonctions a', e', g', h', b', f', k', l' jouant le même rôle que les précédentes. Les fonctions a', e', g', h' sont respectivement égales aux fonctions a, e, g, h multipliées par un même facteur; de même les fonctions b', f', k', l' aux fonctions b, f, k, l multipliées par une autre facteur. A cause des rela-

tions (2), le premier facteur doit être une fonction de u, le second une fonction de v. On aura donc

$$a' = aU, \qquad e' = eU, \qquad g' = gU,$$
$$b' = bV, \qquad f' = fV, \qquad k' = kV.$$

» On en déduira

$$m' = m\frac{U}{V}, \qquad n' = n\frac{V}{U}.$$

» Écrivons que les relations

$$(3) \qquad \begin{cases} ab + ef + gk + \dfrac{\partial m}{\partial v} + \dfrac{\partial n}{\partial u} = 0, \\ a'b' + e'f' + g'k' + \dfrac{\partial m'}{\partial v} + \dfrac{\partial n'}{\partial u} = 0 \end{cases}$$

sont satisfaites. La seconde peut s'écrire

$$(4) \qquad ab + ef + gk + \frac{\partial m}{\partial v}\frac{1}{V^2} + \frac{\partial n}{\partial u}\frac{1}{U^2} - m\frac{V'}{V^3} - n\frac{U'}{U^3} = 0.$$

» En retranchant (3) et (4), on trouve

$$(5) \quad \frac{\partial m}{\partial v}\left(\frac{1}{V^2} - 1\right) + \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{V^2} - 1\right)' + \frac{\partial n}{\partial u}\left(\frac{1}{U^2} - 1\right) + \frac{1}{2}n\left(\frac{1}{U^2} - 1\right)' = 0.$$

» Laissons de côté ici le cas où l'une des fonctions U ou V se réduit à l'unité; la relation (5) peut s'écrire

$$(6) \qquad \frac{\partial}{\partial v}\left(m\frac{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}\right) + \frac{\partial}{\partial u}\left(n\frac{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}\right) = 0.$$

» On sait qu'on peut remplacer les fonctions U et V par les fonctions U_1 et V_1 telles que

$$\frac{1}{U^2} - 1 = \alpha\left(\frac{1}{U_1^2} - 1\right), \qquad \frac{1}{V^2} - 1 = \alpha\left(\frac{1}{V_1^2} - 1\right),$$

α étant une constante. Donc :

» *Si une congruence est* K *de deux façons, elle l'est d'une infinité.*

» La relation (6) permet de poser

$$m = \frac{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}\frac{\partial\varphi}{\partial u}, \qquad n = -\frac{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}\frac{\partial\varphi}{\partial v}.$$

» Alors, par exemple,

$$a^2\left(\frac{1}{U^2}-1\right)du^2+b^2\left(\frac{1}{V^2}-1\right)dv^2$$

est le ds^2 d'un plan. Le réseau de l'espace à cinq dimensions

$$a^2\,du^2+b^2\,dv^2$$

est associé à un réseau plan. Donc :

» *La recherche des congruences plusieurs fois* K *est identique au problème de Ribaucour dans l'espace à cinq dimensions.*

» Prenons alors une congruence K, applicable sur une infinité de congruences K', K'', ...

» Si l'on coupe la congruence K' par un plan isotrope, le point correspondant M de la congruence K décrit un réseau C; les points correspondants sur les autres congruences K'' décriront aussi des réseaux. Ces réseaux peuvent être situés soit dans un plan isotrope, soit dans un plan quelconque, soit enfin être en dehors de tous les plans. Donc :

» *Tout réseau* C *d'une congruence plusieurs fois* K *est :* C, C *ou* C, 2C *ou* C, 3C.

» Inversement :

» *Toute congruence conjuguée à un réseau* C, C *est plusieurs fois* K.

» Considérons un réseau C, 2C. Si le réseau était seulement 2C, il y aurait une seule congruence K qui lui est conjuguée; si le réseau est en outre C, cette congruence sera K de deux manières; donc :

» *Tout réseau* C, 2C *est aussi, d'une infinité de manières,* 2C *ou* 3C.

» Prenons maintenant un réseau C, 3C. A chaque réseau 3C est conjugué deux congruences K; ici ces deux congruences seront plusieurs fois K; donc :

» *Tout réseau* C, 3C *est d'une infinité de manières* 3C. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelles expressions des éléments d'un système orthogonal par les fonctions thêta de deux arguments et leur application à la Dynamique.* Note de M. **E. Jahnke**, présentée par M. Poincaré.

« On sait que l'on peut *composer* un système orthogonal avec *deux* systèmes orthogonaux. En poursuivant la voie ouverte par M. F. Caspary, je suis arrivé à généraliser la notion ordinaire de composition en composant un système orthogonal avec *quatre* systèmes orthogonaux.

» Ce système joue un rôle important dans l'étude des problèmes de

Dynamique. En effet, si l'on y introduit les fonctions thêta de deux arguments, on obtient de nouveaux systèmes orthogonaux qui renferment les solutions d'un nouveau groupe de problèmes de Dynamique. De plus, l'origine de ces systèmes porte à généraliser ce célèbre théorème de Jacobi qui permet de décomposer le mouvement d'un corps grave de révolution, suspendu par un point de son axe, en deux mouvements à la Poinsot.

» Avant d'établir le nouveau système composé, je vais rappeler d'abord les définitions suivantes que j'ai données dans un Mémoire, inséré au Tome CXVIII du *Journal de M. L. Fuchs* :

» Soient $\mathfrak{c}_{ij} (i, j = 1, 2, 3, 4)$,

$$\mathfrak{C} p_{rs} = -(\mathfrak{c}_{1i}\, d\mathfrak{c}_{1j} + \mathfrak{c}_{2i}\, d\mathfrak{c}_{2j} + \mathfrak{c}_{3i}\, d\mathfrak{c}_{3j} + \mathfrak{c}_{4i}\, d\mathfrak{c}_{4j}), \qquad i \neq j \neq r \neq s;$$

$$\mathfrak{C} v_{rs} = \mathfrak{c}_{i1}\, d\mathfrak{c}_{j1} + \mathfrak{c}_{i2}\, d\mathfrak{c}_{j2} + \mathfrak{c}_{i3}\, d\mathfrak{c}_{j3} + \mathfrak{c}_{i4}\, d\mathfrak{c}_{j4}. \qquad i, j, r, s = 1, 2, 3, 4;\ 1, 4, 2, 3,\ 2, 3, 1, 4;\ 2, 4, 3, 1,\ 3, 1, 2, 4;\ 3, 4, 1, 2,$$

où

$$\mathfrak{C} = \mathfrak{c}_{1i}^2 + \mathfrak{c}_{2i}^2 + \mathfrak{c}_{3i}^2 + \mathfrak{c}_{4i}^2 = \mathfrak{c}_{i1}^2 + \mathfrak{c}_{i2}^2 + \mathfrak{c}_{i3}^2 + \mathfrak{c}_{i4}^2,$$

les vingt-huit *éléments* du système orthogonal $(\mathfrak{c}_{ij})$. Alors on en peut former les quinze *éléments* des deux systèmes orthogonaux $(\mathfrak{a}_{mn})$ et $(\mathfrak{b}_{mn})$

$$\mathfrak{a}_{mn},\ p_h(\alpha),\ v_h(\alpha);\quad \mathfrak{b}_{mn},\ p_h(\beta),\ v_h(\beta)\quad (m, n = 1, 2, 3;\ h = 1, 2, 3)$$

au moyen des relations

$$\mathfrak{C}\mathfrak{a}_{1h} = \mathfrak{c}_{ij}^{14} - \mathfrak{c}_{rs}^{14}, \qquad \mathfrak{C}\mathfrak{b}_{1h} = \mathfrak{c}_{ij}^{14} + \mathfrak{c}_{rs}^{14},$$
$$\mathfrak{C}\mathfrak{a}_{2h} = \mathfrak{c}_{ij}^{24} - \mathfrak{c}_{rs}^{24}, \qquad \mathfrak{C}\mathfrak{b}_{2h} = \mathfrak{c}_{ij}^{24} + \mathfrak{c}_{rs}^{24},$$
$$\mathfrak{C}\mathfrak{a}_{3h} = \mathfrak{c}_{ij}^{34} - \mathfrak{c}_{rs}^{34}, \qquad \mathfrak{C}\mathfrak{b}_{3h} = \mathfrak{c}_{ij}^{34} + \mathfrak{c}_{rs}^{34};$$

$$2p_{14} = p_1(\alpha) + p_1(\beta), \qquad 2v_{14} = v_1(\alpha) + v_1(\beta),$$
$$2p_{24} = p_2(\alpha) + p_2(\beta), \qquad 2v_{24} = v_2(\alpha) + v_2(\beta),$$
$$2p_{34} = p_3(\alpha) + p_3(\beta), \qquad 2v_{34} = v_3(\alpha) + v_3(\beta),$$
$$2p_{23} = -p_1(\alpha) + p_1(\beta), \qquad 2v_{23} = -v_1(\alpha) + v_1(\beta),$$
$$2p_{31} = -p_2(\alpha) + p_2(\beta), \qquad 2v_{31} = -v_2(\alpha) + v_2(\beta),$$
$$2p_{12} = -p_3(\alpha) + p_3(\beta), \qquad 2v_{12} = -v_3(\alpha) + v_3(\beta),$$

où

$$\mathfrak{c}_{i'j'}^{ij} = \mathfrak{c}_{ii'}\mathfrak{c}_{jj'} - \mathfrak{c}_{ij'}\mathfrak{c}_{ji'}.$$

» J'ai appelé les $(\mathfrak{a}_{mn})$ et $(\mathfrak{b}_{mn})$ les systèmes *adjoints* au système $(\mathfrak{c}_{ij})$ (voir *loc. cit.*, p. 225).

» De plus, désignons par $e_{mn} (m, n = 1, 2, 3)$,

$$p_h(e) = -(e_{1k}\, de_{1l} + e_{2k}\, de_{2l} + e_{3k}\, de_{3l}), \qquad h, k, l = 1, 2, 3,\ 2, 3, 1,\ 3, 1, 2$$
$$v_h(e) = e_{k1}\, de_{l1} + e_{k2}\, de_{l2} + e_{k3}\, de_{l3}$$

les quinze éléments d'un quatrième système orthogonal (e_{mn}). Alors le nouveau système, composé des systèmes (e_{mn}), $(\mathfrak{a}_{mn})$, $(\mathfrak{b}_{mn})$, $(\mathfrak{c}_{ij})$, prend la forme suivante

$$\begin{aligned}
A(a_{1h}+ia_{2h}) &= E\,\mathfrak{A}[(e_{11}+ie_{21})\mathfrak{a}_{h1}+(e_{12}+ie_{22})\mathfrak{a}_{h2}+(e_{13}+ie_{23})\mathfrak{a}_{h3}],\\
A(a_{1h}-ia_{2h}) &= E\,\mathfrak{B}[(e_{11}-ie_{21})\mathfrak{b}_{h1}+(e_{12}-ie_{22})\mathfrak{b}_{h2}+(e_{13}-ie_{23})\mathfrak{b}_{h3}];\\
A a_{3h} &= E(e_{31}\mathfrak{c}_{h1}+e_{32}\mathfrak{c}_{h2}+e_{33}\mathfrak{c}_{h3}-i\mathfrak{c}_{h4}),\\
A &= iE(e_{31}\mathfrak{c}_{41}+e_{32}\mathfrak{c}_{42}+e_{33}\mathfrak{c}_{43}-i\mathfrak{c}_{44}),\\
A p_h &= E[p_1(e)\mathfrak{c}_{h1}+p_2(e)\mathfrak{c}_{h2}+p_3(e)\mathfrak{c}_{h3}-iv_3(e)\mathfrak{c}_{h4}]\\
&\quad + iE(e_{31}\gamma_{h1}+e_{32}\gamma_{h2}+e_{33}\gamma_{h3}-i\gamma_{h4}),\\
A v_3 &= iE[p_1(e)\mathfrak{c}_{41}+p_2(e)\mathfrak{c}_{42}+p_3(e)\mathfrak{c}_{43}-iv_3(e)\mathfrak{c}_{44}]\\
&\quad - E(e_{31}\gamma_{41}+e_{32}\gamma_{42}+e_{33}\gamma_{43}-i\gamma_{44}),\\
A(v_1+iv_2) &= E\,\mathfrak{A}[v_1(e)+iv_2(e)]\\
&\quad - E\,\mathfrak{A}[(e_{11}+ie_{21})p_1(\alpha)\\
&\qquad + (e_{12}+ie_{22})p_2(\alpha)+(e_{13}+ie_{23})p_3(\alpha)],\\
A(v_1-iv_2) &= E\,\mathfrak{B}[v_1(e)-iv_2(e)]\\
&\quad - E\,\mathfrak{B}[(e_{11}-ie_{21})p_1(\beta)\\
&\qquad + (e_{12}-ie_{22})p_2(\beta)+(e_{13}-ie_{23})p_3(\beta)]\\
&\qquad\qquad (h=1,2,3),
\end{aligned}$$

où

$$\mathfrak{C} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$$

et les facteurs E, $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$ relatifs aux systèmes (e_{mn}), $(\mathfrak{a}_{mn})$, $(\mathfrak{b}_{mn})$ jouent le même rôle que le facteur A relatif au système (a_{mn}). Les coefficients $\gamma_{ij}(i, j = 1, 2, 3, 4)$ découlent des coefficients $\mathfrak{c}_{ij}$, si l'on remplace les produits $\alpha_\mu\beta_\nu$ par les différences $\alpha_\mu\, d\beta_\nu - \beta_\nu\, d\alpha_\mu$ $(\mu = 1, 2, 3, 4)$ dans les expressions des $\mathfrak{c}_{ij}$ que M. F. Caspary a données au moyen des deux quadruples de paramètres α_μ, β_μ (voir *Journal de Borchardt*, t. 94, p. 75).

» Il est évident qu'en posant

$$\mathfrak{b}_{mn} = \mathfrak{a}_{mn}, \qquad \mathfrak{B} = \mathfrak{A}$$

et, par suite,

$$\mathfrak{c}_{h4} = \mathfrak{c}_{4h} = 0, \qquad (h = 1, 2, 3), \qquad \mathfrak{c}_{mn} = \mathfrak{a}_{mn}, \qquad \mathfrak{c}_{44}^2 = \mathfrak{C} = \mathfrak{A}^2,$$

le système (a_{mn}) se transforme en un système composé de la manière usuelle.

» Cela posé, pour tirer du système (a_{mn}) de nouveaux systèmes orthogonaux pour les fonctions thêta de deux arguments, on n'a qu'à y introduire les systèmes orthogonaux relatifs à ces fonctions et que l'on doit à

Weierstrass et à MM. H. Weber, F. Caspary et F. Kötter. On voit aisément que tous ces systèmes se divisent en deux classes différentes.

» En premier lieu, on peut remplacer le système $(\mathfrak{c}_{ij})$ et, par suite, les systèmes $(\mathfrak{a}_{mn})$ et $(\mathfrak{b}_{mn})$ par lesdites fonctions, en laissant le système (e_{mn}) quelconque. De là découle un système très général des fonctions thêta de deux arguments comprenant les solutions du problème de rotation dues à Jacobi, Lottner, Dumas, Halphen, Mme de Kowalevsky, et à MM. Hermite, Darboux, Hess, F. Caspary et F. Kötter, et celles du problème relatif au mouvement d'un corps solide dans un liquide et qui a été traité par MM. H. Weber, F. Caspary, F. Kötter, W. Stekloff, Liapounoff et R. Liouville. Ce système orthogonal a été découvert par M. F. Kötter (voir *Sitzungsber. der Berl. Ak.*, t. XXXVI, p. 807-814). Je l'ai complété et généralisé dans un Mémoire, dont M. L. Fuchs a bien voulu présenter un résumé à l'Académie de Berlin (voir *Sitzungsber. d. Berl. Ak.*, t. XXXIX, p. 1023-1030).

» En second lieu, c'est le système (e_{mn}) qui peut être remplacé par les fonctions thêta, tandis qu'on laisse les systèmes $(\mathfrak{c}_{ij})$, $(\mathfrak{a}_{mn})$ et $(\mathfrak{b}_{mn})$ quelconques. Ainsi se déduisent de nouveaux systèmes orthogonaux que l'on n'a pas encore établis, que je sache.

» Le plus simple de ces systèmes s'obtient en choisissant pour le système (e_{mn}) un système orthogonal des fonctions thêta ou sigma d'un seul argument communiqué par M. F. Caspary au Tome VI du *Journal de M. C. Jordan*. Il fournit la résolution du problème de la rotation de corps solides liés l'un à l'autre, dans le cas traité par MM. Wangerin et Volterra. Dans un Mémoire, qui va paraître prochainement, j'ai résolu complètement ce problème.

» Les autres systèmes de la deuxième classe renferment, eux aussi, les solutions de problèmes relatifs à la rotation et au mouvement dans un liquide. Si l'on divise lesdits problèmes en deux groupes, selon que les systèmes orthogonaux de la première ou de la deuxième classe en donnent les solutions, on peut dire que les problèmes du deuxième groupe se déduisent de ceux du premier groupe, en supposant encore des mouvements dans l'intérieur des corps solides, et qu'ils concernent donc des systèmes dynamiques que H. von Helmholtz a appelés *systèmes monocycliques* (voir *Journal de Kronecker*, t. XCVII). »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur une transformation de l'équation d'Hamilton*. Note de MM. **W. Ebert** et **J. Perchot**, présentée par M. Poincaré.

« La méthode employée par M. Jacobi, pour intégrer l'équation d'Hamilton, consiste à introduire des variables telles que les deux membres de l'équation soient formés de plusieurs expressions dans chacune desquelles il n'entre qu'une seule inconnue. M. Stäckel a démontré que cette méthode n'est applicable que s'il existe une intégrale entière et du deuxième degré par rapport aux vitesses.

» Nous nous proposons d'établir que, dans certains cas, on peut remplacer l'équation d'Hamilton par une autre, de même forme, dans laquelle figure, au lieu d'une des variables primitives, un des paramètres du problème.

» Considérons l'équation

$$(1) \qquad \frac{1}{2}\left[\left(\frac{dS}{dr}\right)^2 r^2 + \left(\frac{dS}{dv}\right)^2\right] = R(r, v, \alpha),$$

où α désigne un paramètre quelconque, par exemple la force vive, et supposons que $R(r, v, \alpha)$ soit de la forme

$$R(r, v, \alpha) = \frac{1}{\alpha^n} F\left(\frac{r}{\alpha^m}, v\right).$$

On a

$$(2) \qquad mr\frac{dR}{dr} + \alpha\frac{dR}{d\alpha} + nR = 0,$$

m et n étant deux nombres déterminés.

» L'équation (1) devant être vérifiée identiquement, son premier membre satisfait à la même relation que $R(r, v, \alpha)$. On a donc

$$(3) \qquad \begin{cases} 0 = \dfrac{dS}{dr}\left[mr^3\dfrac{d^2S}{dr^2} + \alpha r^2\dfrac{d^2S}{d\alpha\,dr} + r^2\dfrac{dS}{dr}\left(\dfrac{n}{2} + m\right)\right] \\ \qquad + \dfrac{dS}{dv}\left(mr\dfrac{d^2S}{dr\,dv} + \alpha\dfrac{d^2S}{dv\,d\alpha} + \dfrac{n}{2}\dfrac{dS}{dv}\right). \end{cases}$$

» Il est aisé de vérifier que cette équation est encore satisfaite par les solutions de (4),

$$(4) \qquad 0 = mr\frac{dS}{dr} + \alpha\frac{dS}{d\alpha} + \frac{n}{2}S.$$

Nous nous proposons d'abord de montrer que les équations (1) et (4) ont des intégrales communes. On sait qu'on satisfait à (4) par des expressions de la forme

$$(5)\qquad S = \frac{1}{\alpha^{\frac{n}{2}}} G(r_1, v),$$

où l'on a

$$r_1 = \frac{r}{\alpha^m}.$$

Avec ce changement de variables, l'équation (1) devient

$$(6)\qquad \frac{1}{2}\left[\left(\frac{dG}{dr_1}\right)^2 r_1^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] = F(r_1, v).$$

En remplaçant, dans une intégrale complète de (6), r_1 par $\frac{r}{\alpha^m}$ et en déterminant S par la formule (5), on obtient une solution commune des équations (1) et (4).

» De la formule (5) on déduit

$$r\frac{dS}{dr} = -\frac{\alpha^{-\frac{n}{2}+1}}{m}\frac{dG}{d\alpha},$$

et, en substituant dans (1), on trouve

$$(7)\qquad \frac{1}{2}\left[\frac{\alpha^2}{m^2}\left(\frac{dG}{d\alpha}\right)^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] = R\alpha^n.$$

On introduit ainsi α, comme variable, au lieu de r.

» Nous allons appliquer ce qui précède au mouvement plan d'un point matériel attiré par un centre fixe.

» Soient r et v les coordonnées polaires du point mobile par rapport au centre fixe et α la constante des forces vives. L'équation d'Hamilton est

$$(8)\qquad \frac{1}{2}\left[\left(\frac{dS}{dr}\right)^2 r^2 + \left(\frac{dS}{dv}\right)^2\right] = k^2 r + \alpha r^2 = R;$$

on a

$$-r\frac{dR}{dr} + \alpha\frac{dR}{d\alpha} + R = 0.$$

» En posant

$$(9)\qquad S = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} G(r_1, v), \qquad r_1 = \alpha r,$$

l'équation (8) s'écrit

$$\frac{1}{2}\left[\left(\frac{dG}{dr_1}\right)^2 r_1^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] = k^2 r_1 + r_1^2.$$

Elle admet l'intégrale

$$G = \int dr_1 \sqrt{\frac{2k^2}{r_1} + 2 - \frac{\alpha_1}{r_1^2}} + \sqrt{\alpha_1}\, v; \tag{10}$$

on a donc, par la formule (9),

$$S = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \int dr_1 \sqrt{\frac{2k^2}{r_1} + 2 - \frac{\alpha_1}{r_1^2}} + \frac{\sqrt{\alpha_1}}{\sqrt{\alpha}}\, v.$$

» En remplaçant, dans cette expression, r_1 par αr et en considérant r comme variable, α comme paramètre, on est conduit à la solution de Jacobi. D'autre part, l'équation (7) est, dans ce cas,

$$\frac{1}{2}\left[\alpha^2\left(\frac{dG}{d\alpha}\right)^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] - k^2\alpha r + \alpha^2 r^2; \tag{11}$$

en remplaçant encore r_1 par αr dans (10), en y considérant r comme constante et α comme variable, on obtient une solution de l'équation (11). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les déformations qu'éprouve un diélectrique solide lorsqu'il devient le siège d'un champ électrique.* Note de M. **Paul Sacerdote**, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose de montrer que les deux principes de la conservation de l'énergie et de l'électricité permettent de prévoir ces phénomènes de déformations [découverts par M. Duter [1] pour les condensateurs sphériques] et de les rattacher aux lois de l'élasticité; je me bornerai au cas d'un diélectrique homogène et isotrope.

» Prenons une *lame diélectrique plane* et métallisons-la sur ses deux faces, de façon à former un condensateur plan d'épaisseur e.

» 1° *Déformation dans les directions perpendiculaires aux lignes de force.* — Par symétrie, cette déformation est la même pour toutes ces directions. Donnons à la lame une forme rectangulaire de côtés ll' et imaginons cette lame soumise à une traction q parallèle à l par exemple; *maintenons la température constante*, l'état de la lame sera alors fonction de deux variables : la traction q et la différence de potentiel V entre les armatures; produisons une transformation dV, dq; le travail à fournir est

$$d\mathfrak{T} = V\, dM + q\, dl,$$

(1) Duter, *Comptes rendus*, p. 828, 960, 1036; 1878; p. 1260; 1879.

M désignant la charge électrique du condensateur : ce qui peut s'écrire, en tenant compte du principe de la conservation de l'électricité,

$$d\tau = V\left(\frac{\partial M}{\partial V}dV + \frac{\partial M}{\partial q}dq\right) + q\left(\frac{\partial l}{\partial V}dV + \frac{\partial l}{\partial q}dq\right);$$

mais cette expression de ce travail est une différentielle exacte, d'après le principe de la conservation de l'énergie ; d'où, après réductions ([1]),

$$(1) \qquad \frac{\partial l}{\partial V} = V\frac{\partial C}{\partial q};$$

la variation de la capacité par la traction est faible, donc on peut négliger ses propres variations avec V, c'est-à-dire regarder $\frac{\partial C}{\partial q}$ comme indépendant de V ([2]); en intégrant (1), on a alors

$$(1') \qquad \Delta l = \frac{V^2}{2}\frac{\partial C}{\partial q}.$$

Cette formule est vraie, quelle que soit la valeur de q; elle nous donnera encore la déformation pour $q = 0$, c'est-à-dire dans le cas du condensateur libre qui est celui que nous voulons étudier; mais $C = \frac{K l l'}{4\pi e}$, K désigne la constante diélectrique

$$(\alpha) \qquad \frac{1}{C}\frac{\partial C}{\partial q} = \frac{1}{K}\frac{\partial K}{\partial q} + \frac{1}{l}\frac{\partial l}{\partial q} + \frac{1}{l'}\frac{\partial l'}{\partial q} - \frac{1}{e}\frac{\partial e}{\partial q};$$

les deux derniers termes se détruisent, car la traction contracte également toutes les lignes qui lui sont perpendiculaires; il reste

$$(\beta) \qquad \frac{1}{C}\frac{\partial C}{\partial q} = (k_1 + a)\frac{1}{el},$$

a désignant le coefficient d'allongement longitudinal, k_1 désignant le coefficient de variation de K *par traction perpendiculaire aux lignes de force.*

» Portons cette valeur (β) dans (1'), nous obtenons, après calculs,

$$(1') \qquad \left(\frac{\Delta l}{l}\right) = (k_1 + a)\left(\frac{KH^2}{8\pi}\right);$$

([1]) Le raisonnement précédent est à peu près la reproduction de celui fait par M. Lippmann dans ses *Applications du principe de la conservation de l'électricité* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV, p. 145; 1881).

([2]) L'expérience justifie cette hypothèse, puisqu'elle montre que, dans tous les cas étudiés, la déformation est bien proportionnelle à V².

telle est la formule qui donnera la variation Δl de l dans la direction perpendiculaire aux lignes de force, mais elle ne la donne *avec certitude qu'au départ*, c'est-à-dire tant que le condensateur n'est chargé qu'à un potentiel assez faible pour que les lois de l'élasticité subsistent; nous interpréterons cette relation (1″) un peu plus loin.

» 2° *Déformation dans la direction des lignes de force.* — Imaginons la lame soumise cette fois à une traction q parallèle aux lignes de force; un calcul identique au précédent donne

$$(2)\qquad \frac{\partial e}{\partial V} = V\frac{\partial C}{\partial q},$$

et en intégrant

$$(2')\qquad \Delta e = \frac{V^2}{2}\frac{\partial C}{\partial q};$$

la relation (α) donne, cette fois,

$$(\beta')\qquad \frac{1}{C}\frac{\partial C}{\partial q} = (k_2 - a - 2b);$$

b désigne le coefficient de contraction transversale; k_2 le coefficient de variation de K *par traction parallèle aux lignes de force.*

» Portons cette valeur (β') dans (2′) et l'on obtient, après calculs,

$$(2'')\qquad \left(\frac{\Delta e}{e}\right) = (k_2 - a - 2b)\left(\frac{KH^2}{8\pi}\right).$$

» 3° *Variation du volume u de la lame diélectrique.* — Imaginons la lame soumise à une traction uniforme q sur toute sa surface, un calcul identique au précédent donne

$$(3)\qquad \left(\frac{\Delta u}{u}\right) = \left(k + \frac{c}{3}\right)\left(\frac{KH^2}{8\pi}\right);$$

c désigne le coefficient de compressibilité cubique du diélectrique $c = 3(a-2b)$; *k le coefficient de variation de* K *par traction superficielle uniforme.*

» *Remarque.* — On peut aussi déduire cette variation de volume des résultats précédents (1″), (2″); on obtient ainsi :

$$\frac{\Delta u}{u} = [(k_2 + 2k_1) + (a - 2b)]\left(\frac{KH^2}{8\pi}\right) = \left[(k_2 + 2k_1) + \frac{c}{3}\right]\left(\frac{KH^2}{8\pi}\right);$$

en comparant ce résultat au précédent (3″), on obtient la relation

$$(4)\qquad k = k_2 + 2k_1.$$

» *En résumé,* les formules (1″), (2″), (3) montrent que *toutes les défor-*

mations unitaires subies par une lame diélectrique plane sont proportionnelles à l'énergie électrique par unité de volume $\left(\frac{KH^2}{8\pi}\right)$.

» *Les coefficients sont :*

$(k_1 + a)$ *pour la variation unitaire perpendiculairement au champ ;*

$(k_2 - a - 2b)$ *pour la variation unitaire parallèlement au champ ;*

$\left(k + \frac{c}{3}\right)$ *pour la variation de volume par unité de volume.*

» Les coefficients élastiques a, b, c sont, en général, connus ; mais aucune expérience n'a encore été faite pour déterminer k_1, k_2, k qui sont probablement très petits ; si nous négligeons ces derniers, les résultats ci-dessus indiquent qu'il doit y avoir : *contraction dans la direction des lignes de force; allongement dans les directions perpendiculaires* et *augmentation du volume du diélectrique.* Pour ces deux derniers phénomènes, le sens est bien celui que donne l'expérience faite sur le verre ; quant au premier, il n'a pas encore été observé.

Remarque. — Des raisonnements, calqués sur ceux que nous venons de faire, permettraient d'étudier les déformations d'une *lame diélectrique cylindrique* (condensateur de M. Righi) ou *sphérique* (condensateur de M. Duter) ; je reviendrai ultérieurement sur ces deux cas. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème de la théorie analytique de la chaleur.* Note de **W. Stekloff**, présentée par M. Poincaré.

« Soit (D) un domaine de l'espace limité par une surface convexe (S), ayant en tout point une courbure finie et déterminée. On sait qu'il existe une infinité des nombres positifs $\mu_s (s = 1, 2, \ldots)$ et des fonctions correspondantes V_s, satisfaisant aux conditions

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial^2 V_s}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_s}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V_s}{\partial z^2} + \mu_s V_s &= 0 \quad \text{à l'intérieur de (D),} \\ \frac{\partial V_s}{\partial n} + h V_s &= 0 \quad \text{sur (S),} \end{aligned} \right.$$

où n désigne la direction de la normale extérieure à (S), h une constante positive (Voir H. Poincaré, *Rendic. del circ. di Palermo,* 1894 ; Le Roy, *Comptes rendus,* 18 mars 1895).

» Soient B_s des constantes quelconques, f une fonction finie et continue à l'intérieur de (D) avec ses dérivées du premier ordre. Désignons

par $d\tau$ l'élément du volume de (D), par ds l'élément de la surface (S) et posons

$$R_p = f - B_1V_1 - B_2V_2 - \ldots - B_pV_p,$$

$$V^p = \int \left[\left(\frac{\partial R_p}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_p}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_p}{\partial z}\right)^2 \right] d\tau + h \int R_p^2\, ds, \qquad W^p = \int R_p^2\, d\tau,$$

$$A_s = \int f V_s\, d\tau.$$

» Il est aisé de constater que

$$(2) \qquad V^p = M + \sum_{s=1}^{p} \mu_s (C_s^2 - A_s^2), \qquad W^p = N + \sum_{s=1}^{p} (C_s^2 - A_s^2),$$

où

$$M = \int \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 \right] d\tau + h \int f^2\, ds, \qquad N = \int f^2\, d\tau,$$

$$C_s = B_s - A_s.$$

» Désignons par V_0^p et W_0^p les valeurs de V^p et W^p pour $B_s = A_s$. Les égalités (2) nous montrent que

$$(3) \qquad V^p - \mu_p W^p < V_0^p - \mu_p W_0^p.$$

» Soient $\alpha_s (s = 1, 2, \ldots, m)$ m coefficients arbitraires, $\varphi_s (s = 1, 2, \ldots, m)$ m fonctions quelconques. Posons

$$B_s = \int \varphi V_s\, d\tau, \qquad \varphi = \sum_{s=1}^{m} \alpha_s \varphi_s.$$

» On peut choisir les α_s de telle façon que le rapport $\frac{V^p}{W^p}$ soit plus grand que L_m; L_m est un nombre qui croît indéfiniment avec m. D'autre part, on peut choisir le nombre m de telle façon que $L_m > \mu_p$.

» Par conséquent [l'inégalité (3)]

$$(4) \qquad W_0^p < \frac{V_0^p}{\mu_p},$$

et, comme V_0^p est une fonction décroissante de p,

$$\lim_{p=\infty} W_0^p = 0,$$

parce que μ_p croît indéfiniment avec p.

» Nous pourrons énoncer le théorème suivant :

» *Si f est une fonction finie et continue à l'intérieur de* (D) *avec ses dérivées*

du premier ordre, on a :

$$(5) \qquad \int f^2\, d\tau = \sum_{s=1}^{\infty} A_s^2, \qquad A_s = \int f V_s\, d\tau.$$

» Il faut remarquer que, dans le cas des fonctions trigonométriques et sphériques, l'égalité de la forme (5) fut établie plus tôt que moi par M. Liapounoff, par une méthode toute différente et sous les conditions très générales par rapport à f (1).

» Soit ψ une fonction *intégrable* à l'intérieur de (D) et satisfaisant à la condition

$$\int \psi^2\, d\tau < Q,$$

Q étant un nombre assignable. De l'égalité (5) nous tirerons la suivante :

$$(6) \qquad \int f\psi\, d\tau = \sum_{s=1}^{\infty} A_s A'_s, \qquad A'_s = \int \psi V_s\, d\tau.$$

» Soit G la fonction de Green généralisée satisfaisant sur (S) à l'équation du rayonnement. On a (Le Roy, H. Poincaré)

$$\int G^2\, d\tau < Q, \quad V_s = \mu_s \int G V'_s\, d\tau'.$$

» L'égalité (6) nous donne

$$(7) \qquad \int f' G\, d\tau' = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{A_s V_s}{\mu_s}.$$

» Supposons que f satisfait à l'équation du rayonnement sur (S) et admet les dérivées des trois premiers ordres. On a

$$f + \int G \Delta f'\, d\tau' = 0.$$

» D'autre part [d'après (7)]

$$\int G \Delta f'\, d\tau = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{B_s V_s}{\mu_s}, \qquad B_s = \int \Delta f V_s\, d\tau,$$

$$A_s = \int f V_s\, d\tau = -\frac{B_s}{\mu_s};$$

par conséquent

$$\sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s = -\sum_{s=1}^{\infty} \frac{B_s V_s}{\mu_s} = -\int G \Delta f\, d\tau$$

(1) Dans le cas de M. Liapounoff f est seulement fini et intégrable. W. S.

et

$$f = \sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s.$$

» Il est aisé de démontrer que *la série* $\sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s$ *converge absolument.*

» Nous aurons donc ce théorème :

» *La fonction f est développable en série absolument convergente procédant suivant les fonctions* V_s, *si elle est finie et continue avec ses dérivées des trois premiers ordres à l'intérieur de* (D) *et satisfait à l'équation du rayonnement sur* (S).

» Il importe de remarquer que la méthode indiquée est aussi applicable dans le cas de $h = 0$, $h = \infty$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium* (¹). Note de M. **Emmanuel Legrand**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours d'autres recherches j'ai été amené à étudier les propriétés électro-chimiques et en particulier la conductibilité des dissolutions de permanganate de potassium, sur laquelle je n'ai pu trouver de données numériques dans la littérature existante.

» Je me suis servi pour cette conductibilité de la méthode de Kohlrausch basée sur l'emploi du réseau de Wheatstone traversé par un courant alternatif et du téléphone. Le courant alternatif est fourni par un petit alternateur de Siemens, à aimant permanent, mû par un moteur à courants continus.

» La dissolution est contenue dans un vase de verre renfermant comme électrodes deux disques de platine maintenus horizontaux et parallèles entre eux. Ces disques ont un diamètre de 3^{cm} et sont distants de 1^{cm} environ. Ces électrodes sont, avant chaque expérience, soigneusement platinées pour diminuer autant que possible l'influence de la polarisation.

» On commence par étalonner l'appareil en faisant une expérience sur une solution de chlorure de potassium renfermant $\frac{1}{50}$ de molécule par litre.

» J'ai opéré sur des solutions contenant $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{256}$ et $\frac{1}{1024}$ de mo-

(¹) Travail fait au laboratoire d'Enseignement physique, à la Sorbonne.

lécule de permanganate de potassium par litre. Je n'ai pu pousser plus loin les mesures, car pour des dilutions supérieures à $\frac{1}{1024}$ les minima accusés par le téléphone n'étaient plus appréciables exactement.

» La solution primitive au $\frac{1}{16}$ de molécule est titrée directement, les autres sont obtenues dans le vase lui-même, en enlevant chaque fois un volume de solution convenable et en le remplaçant par un égal volume d'eau distillée.

» Le vase à électrolyte est placé dans un bain d'eau. Un agitateur à hélice, constamment en mouvement, assure le mélange de toutes les couches d'eau, dont la température est maintenue constante, à $\frac{1}{10}$ de degré près, par un régulateur de gaz basé sur la dilatation du toluène. Les mesures ont été effectuées aux températures de 25°, 35° et 45°.

» Voici les valeurs des conductibilités moléculaires observées :

Concentration.		Conductibilité observée.	Conductibilité moléculaire.
$\frac{1}{16}$ normale	25°	0,00716	0,1145.10³
	35	0,00869	0,1390
	45	0,00992	0,1587
$\frac{1}{32}$ normale	25	0,00370	0,1184
	35	0,00443	0,1417
	45	0,00501	0,1603
$\frac{1}{64}$ normale	25	0,00189	0,1209
	35	0,00229	0,1465
	45	0,00260	0,1664
$\frac{1}{128}$ normale	25	0,00097	0,1241
	35	0,0011	0,1408
	45	0,0012	0,1536
$\frac{1}{256}$ normale	25	0,00050	0,1280
	35	0,00060	0,1536
	45	0,00064	0,1638
$\frac{1}{512}$ normale	25	0,00024	0,1228
	35	0,00030	0,1536
	45	0,00032	0,1638
$\frac{1}{1024}$ normale	25	0,00012	0,1228
	35	0,00015	0,1536
	45	0,00015	0,1536

» D'après ce Tableau :

» 1° On voit qu'à une même température la conductibilité moléculaire

croît avec la dilution et tend vers la valeur limite 124 observée par les précédents expérimentateurs pour les sels neutres à 25°;

» 2° La conductibilité augmente, quand la température s'élève, d'autant moins rapidement que la température est plus élevée. Par exemple, pour la solution $\frac{1}{16}$ normale le coefficient de température est 0,021 entre 25° et 35°, et 0,014 entre 35° et 45°.

» Ce coefficient varie d'ailleurs peu avec la dilution et reste voisin des valeurs indiquées ci-dessus pour les différentes concentrations que j'ai étudiées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résonance multiple.* Note de M. **Louis Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« L'oscillateur électrique a été l'objet d'un grand nombre de travaux, très divers au double point de vue des procédés employés et des résultats obtenus.

» Les phénomènes dont il est le siège n'ont guère été étudiés que par des méthodes indirectes qui ont donné lieu quelquefois, principalement au sujet de la résonance multiple, à de longues controverses d'où il ne semble pas qu'une opinion généralement acceptée soit encore sortie.

» Des expériences directes, mettant en pleine évidence les phénomènes et les rendant en quelque sorte palpables, paraissent seules susceptibles de trancher définitivement la question.

» L'analyse de l'étincelle explosive par le miroir tournant et la fixation du phénomène sur une plaque sensible par la photographie constituent une de ces méthodes directes dont les conclusions s'imposent avec la force de l'évidence même et contre lesquelles il semble difficile de continuer à élever les objections que soulevaient les méthodes indirectes.

» Cette méthode a été effectivement appliquée en ces dernières années à l'étude des oscillations hertziennes; mais, tandis que les auteurs des deux premiers travaux parus sur ce sujet se sont surtout occupés des oscillations qui se propagent dans un circuit auxiliaire qu'ils appellent *circuit secondaire,* les épreuves que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 14 février sont relatives à *l'appareil producteur d'ondes lui-même* et permettent, par conséquent, de déterminer la nature du phénomène oscillatoire dont il est le siège.

» Ces épreuves, très nettes et très caractéristiques, montrent immédia-

tement le caractère oscillatoire de la décharge. De plus, et c'est là le point capital, elles n'indiquent jamais la présence que *d'une radiation, et d'une seule,* de période déterminée, variable avec les dimensions de l'excitateur.

» Il faut donc renoncer à l'hypothèse d'un spectre continu de radiations, hypothèse sur laquelle MM. Sarasin et de la Rive ont fondé leur explication de la résonance multiple; *l'excitateur possède une période et un décrément logarithmique propres* qui varient l'un et l'autre avec ses dimensions.

» Il faut également rejeter l'ingénieuse explication proposée par M. Swyngedauw ([1]) et d'après laquelle, grâce à l'échauffement dû à l'étincelle, l'excitateur serait le siège d'une série d'oscillations de périodes décroissantes depuis $T_0 = \infty$ jusqu'à la valeur limite $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

» Les épreuves ne confirment pas cette manière de voir; toutes les oscillations visibles d'une même décharge sont sensiblement égales.

» Ceci ne doit pas nous surprendre. A supposer, en effet, que l'échauffement dû à l'étincelle ait pour résultat de diminuer rapidement sa résistance, il ne faut pas oublier que Feddersen a montré expérimentalement l'indépendance de la période par rapport à la résistance du circuit, et cela dans des limites très étendues ([2]).

» La seule explication possible de la résonance multiple est donc celle qu'en ont donnée MM. Poincaré ([3]) et Bjerknes ([4]) en se basant sur des considérations d'amortissement, qu'ils ont été les premiers à introduire dans la question et que l'expérience a d'ailleurs vérifiées ([5]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ampèremètre thermique à mercure, ses applications industrielles : nouvel étalon de force électromotrice* ([6]). Note de M. **Charles Camichel**, présentée par M. J. Violle.

« J'ai donné dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CXXVI, n° 3) la description du dernier modèle de l'ampèremètre thermique à mercure, qui permet facilement de mesurer au $\frac{1}{200}$ près un courant de $1^a,5$ par

([1]) Swyngedauw, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 556; 1897.
([2]) Feddersen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXIX, p. 178; 1863.
([3]) Poincaré, *Archives de Genève*, t. XXV, p. 609; 1891.
([4]) Bjerknes, *Wied. Ann.*, t. XLIV, p. 74; 1891.
([5]) Bjerknes, *loc. cit.*
([6]) Institut de Physique industrielle de l'Université de Lille.

une détermination durant une minute, et j'ai insisté sur la grande qualité de cet instrument qui est la *constance de ses indications*.

» On a objecté que cette constance serait compromise par un échauffement excessif de la colonne de mercure intérieure; cette cause d'erreur n'existe pas. Le tube intérieur a un diamètre très mince, et la chaleur développée par le passage du courant se transmet *immédiatement* au réservoir thermométrique annulaire : l'observation directe de l'instrument le montre bien; on voit, en effet, la colonne mercurielle du thermomètre redescendre, dès que le courant cesse de traverser l'appareil. D'ailleurs, j'ai mesuré la variation de résistance intérieure de l'ampèremètre, pendant la durée d'une expérience. Cette variation est au maximum $0^{ohm},036$ pour le courant maximum que l'appareil peut supporter; l'élévation de température correspondante est environ 50°. On peut être sûr, par conséquent, que le tube intérieur n'est jamais porté à une température supérieure à 70°.

» L'appareil, construit par M. Hémot, me donne depuis qu'il fonctionne, c'est-à-dire depuis le commencement de décembre 1897, des indications très concordantes.

» II. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie quelques applications de l'ampèremètre à mercure.

» Il permet d'abord de réaliser un étalon de force électromotrice extrêmement constant.

» Un courant de 1 à 2 ampères, pris sur une forte batterie d'accumulateurs, traverse d'abord une résistance r ayant, pour l'appareil décrit, $1^{ohm},154$ à 13°,5; cette résistance est égale à celle de l'ampèremètre; le courant circule ensuite dans une résistance R de $8^{ohm},900$, que l'on peut appeler *résistance de compensation*. Elle est destinée à rendre négligeables les variations de résistance intérieure de l'appareil.

» Quand on veut faire une mesure, un commutateur à bascule permet d'interrompre brusquement le courant dans la résistance r, pour le faire passer dans l'ampèremètre; au bout d'une minute on abandonne le commutateur à lui-même et un ressort fait basculer le commutateur et rétablit les choses dans leur état primitif. Si la résistance r est bien réglée, le courant doit conserver, dans le circuit, identiquement la même valeur, avant, pendant et après la mesure. Les résistances r et R sont constituées par des bandes de maillechort ayant $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur sur 5^{mm} de large; elles plongent dans un bain de pétrole.

» L'élévation de température de la colonne mercurielle du thermomètre donne immédiatement le courant, une simple multiplication donne la force électromotrice dont on dispose aux extrémités de la résistance de com-

pensation. En subdivisant la résistance de compensation on peut avoir une échelle de forces électromotrices, comprises entre 1 et 16 volts.

» III. Quand on veut étalonner un voltmètre quelconque, on procède de la façon suivante : les forces électromotrices données par l'expérience précédente permettent de graduer un voltmètre allant de 1 à 16 volts. En changeant la résistance qui est disposée en série avec ce voltmètre, on peut, par la méthode classique, passer à la mesure des forces électromotrices d'un autre ordre de grandeur.

» IV. L'ampèremètre thermique a une résistance intérieure égale à $r + R$, c'est-à-dire $10^{\text{ohms}},054$. Il est facile de le shunter. En le munissant d'une série de shunts, on mesure des courants compris entre 0 et 1000 ampères.

» IV. Je signalerai en terminant d'autres dispositions sur lesquelles je reviendrai :

» 1° On réalise un ampèremètre thermique du modèle que j'ai présenté à l'Académie l'an dernier en faisant passer le courant à mesurer dans un dépôt métallique fait sur le réservoir d'un thermomètre en verre mince.

» 2° L'ampèremètre thermique du dernier modèle rempli d'un électrolyte constitue un voltmètre très portatif. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Comparaison des valeurs des poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote et du carbone déduites de données physiques avec les valeurs déduites de l'analyse chimique.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai calculé dans une Note précédente, au moyen de deux données physiques connues avec une grande précision, densité et compressibilité : 1° les volumes moléculaires V_m à 0° et sous la pression atmosphérique des gaz hydrogène, azote, oxyde de carbone et oxygène; 2° les poids moléculaires M de ces gaz; 3° les poids atomiques μ de l'hydrogène, de l'azote et du carbone qui en découlent, le poids atomique de l'oxygène étant posé, par convention, égal à 16 :

	H.	Az.	CO.	O.
V_m	1,00046	0,99962	0,99954	0,99924
M	2,01472	28,0132	28,0068	32
μ	1,0074	14,007	12,007	16

» *Conclusions.* — I. Le volume moléculaire d'un gaz à 0° et sous la pression atmosphérique étant égal à 1 pour un gaz qui suivrait exactement la loi de

Mariotte, ce volume a la valeur $1 - a$ pour un gaz qui ne la suit pas ([1]). Le volume moléculaire de l'hydrogène, qui est moins compressible à 0° que ne l'exige la loi, est donc supérieur à 1; celui des autres gaz qui sont plus compressibles, est inférieur à 1.

» Il n'existe qu'un seul cas où le rapport de deux volumes moléculaires ait été mesuré avec une haute précision : c'est le cas des gaz de l'eau. J'y trouve une confirmation précieuse de mes calculs. En effet, d'après le Tableau précédent, la composition en volumes de l'eau est représentée par

$$H^2 : O = 2,0024.$$

» Les mesures eudiométriques directes [Scott ([2]), *Proceed. Roy. Soc.*, t. LIII, p. 130; 1893) ont donné

$$H^2 : O = 2,0026.$$

» II. Les poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote, du carbone et de l'oxygène, calculés comme il a été dit, sont

$$H = 1,0074,$$
$$Az = 14,007,$$
$$C = 12,007,$$
$$O = 16,$$

avec une erreur maximum de $\pm \frac{1}{5000}$ sur la valeur de ces nombres.

([1]) Je rappelle que a est défini par l'équation de Regnault. $\frac{p_0 v_0}{pv} = 1 + a(p - p_0)$ et représente l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à la loi de Mariotte pour une variation de pression de 1 atmosphère.

([2]) M. Scott a trouvé, à la température du laboratoire, le rapport volumétrique $H^2 : O = 2,0024$, que j'ai ramené à 0° au moyen des coefficients de dilatation de l'hydrogène et de l'oxygène (Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 769; 1897).

M. Leduc a trouvé, pour la densité du gaz tonnant par rapport à l'air, 0,41423 (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 311; 1892), ce qui donne pour la densité par rapport à l'oxygène $\frac{0,41423}{1,10523} = 0,37479$. [M. Morley a trouvé plus tard (*Amer. chem. Journal*, t. XVII, p. 267; 1895, et *Smithsonian contributions to Knowledge*, 1895) le nombre très voisin 0,37475, d'où l'on déduit pour le rapport $H^2 : O$ un nombre un peu supérieur au précédent; mais en raison des phénomènes révélés par les expériences postérieures de MM. Leduc et Sacerdote sur le mélange des gaz, il est probable que le nombre ainsi calculé est un peu trop élevé et devrait subir une correction que des expériences directes sur le mélange tonnant pourraient seules faire connaître avec rigueur.]

» Ces poids atomiques, déduits de considérations purement physiques, concordent remarquablement avec les valeurs obtenues par les chimistes dans leurs analyses pondérales.

» Pour obtenir, par voie chimique, les poids atomiques de l'hydrogène et du carbone en fonction de celui de l'oxygène, la méthode la plus directe et la meilleure consiste à faire les synthèses de l'eau et de l'acide carbonique.

» Les diverses synthèses en poids de l'eau, effectuées dans ces dernières années par MM. Cooke et Richards, Lord Rayleigh, Dittmar et Henderson, Leduc, Thomsen, Morley, donnent pour le rapport O:H des nombres variant de 15,866 à 15,897, dont la moyenne 15,880 est généralement admise aujourd'hui par les chimistes. En particulier, les expériences de M. Leduc par la méthode de Dumas (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 41; 1892), lesquelles offrent les caractères d'une grande exactitude, donnent

$$O:H = 15,881:1 \quad \text{ou} \quad 16:1,0075,$$

ce qui est presque exactement le rapport calculé plus haut d'après les données purement physiques ([1]).

» Les synthèses de l'acide carbonique, en raison de la pureté du diamant ou du graphite et de la facilité que l'état solide de ces corps donne aux pesées, ont toujours conduit à des résultats très concordants pour le poids atomique du carbone :

11,998 Dumas et Stas (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I, p. 24; 1841).
12,009 Erdmann et Marchand (*Journal für prakt. Chem.*, t. XXIII, p. 159; 1841).
12,004 Stas (combustion de CO (*Bulletin Acad. royale de Belgique*, 1849).
12,003 Roscoe (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1180; 1882).
12,011 Friedel (*Bulletin Soc. chim.*, 2e série, t. XLI, p. 100; 1884).
12,001 à 12,005 Van der Plaats (*Comptes rendus*, t. C, p. 53; 1885).

» Le nombre que j'ai calculé d'après les données physiques est 12,007.

» Le poids atomique de l'azote ne pouvant pas se déterminer comme les précédents par la synthèse directe d'un composé oxygéné, on a recours à des procédés détournés et beaucoup moins sûrs. Stas détermine successivement les poids atomiques de l'argent, du chlore et des métaux alcalins, puis se sert de ces poids pour calculer, au moyen d'expériences nouvelles sur le rapport entre les chlorures et les azotates alcalins, le poids atomique de l'azote. On accumule ainsi sur ce dernier les erreurs de plusieurs séries d'expériences indépendantes. De plus, Dumas a reconnu que l'argent fondu, employé par Stas ([2]), retient de notables quantités d'oxygène ; cette erreur tend, comme l'a montré M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 300; 1897), à faire trouver pour l'azote un poids atomique trop élevé, et de fait, le nombre de Stas, Az = 14,044, est supérieur à celui que donnent d'autres cycles de réactions. Ainsi le rapport

---

([1]) Les expériences analogues et fort minutieuses de M. Morley (*loc. cit.*) lui ont donné le rapport peu différent

$$O:H = 15,879:1 \quad \text{ou} \quad 16:1,0076.$$

([2]) *Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques*, p. 30; 1865.

$\frac{AzH^3}{HCl} = 2,1394$, déterminé par M. Thomsen (¹), conduit, si l'on admet $H = 1,007$[illegible] et $Cl = 35,45$, à la valeur $Az = 14,019$. Les rapports $\frac{NaCl}{NaAzO^3} = 1,45407$ et $\frac{KCl}{KAzO^3} = 1,35627$, trouvés par M. Hill (*Amer. chem. Journ.*, t. XVIII, p. 1044; 1896) conduisent l'auteur qui admet $Na = 23,05$, $K = 39,11$, $Cl = 35,45$ [nombres déduits par M. Clarke de l'ensemble des expériences antérieures (²)] au nombre $Az = 14,012$, qui est fort rapproché du nombre $Az = 14,007$ auquel j'arrive par une tout autre voie.

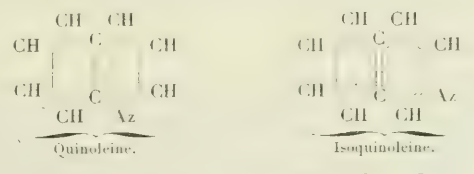
» On voit que, dans le cas de l'azote, les méthodes chimiques sont compliquées et conduisent à des résultats médiocrement concordants. La méthode physique, au contraire, est simple et directe, et ses indications ont d'autant plus de poids que la densité de l'azote, prise par rapport à l'oxygène, paraît connue très exactement. Lord Rayleigh a trouvé 0,87507 et M. Leduc 0,87508 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 415; 1898) (³).

» Il résulte de cette discussion que le calcul des volumes atomiques et des poids atomiques, uniquement fondé sur les deux déterminations physiques de la densité et de la compressibilité, permet de confirmer et, dans certains cas, de préciser les résultats donnés par l'analyse chimique.

» Dans une prochaine Communication, j'étendrai ces notions au cas des gaz facilement liquéfiables. »

THERMOCHIMIE. — *Isoquinoléine et tétrahydroisoquinoléine.* Note de M. Marcel Delépine.

« L'union du noyau benzénique et du noyau pyridique, pour former la base C^9H^7Az, peut s'effectuer de deux manières et engendrer deux isomères : la quinoléine et l'isoquinoléine.



Quinoléine. Isoquinoléine.

(¹) *Zeitschr. Physik. Chem.*, t. XIII, p. 398; 1894.

(²) *A recalculation of the atomic weights* (*Smithsonian Collections*; 1897).

(³) M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 299; 1897), partant du nombre $C = 12,004$ qui résulte des expériences de M. Van der Plaats, et qui donne $CO = 28,004$, et calculant ensuite les volumes moléculaires comparés de CO et de Az, d'après le principe des états correspondants, a déduit de la densité de l'azote le poids atomique 14,005, très peu différent de celui que j'obtiens moi-même.

» Dans une Note récente (¹), j'ai étudié la première de ces bases et son hydrure : je me propose aujourd'hui d'étudier la seconde et son hydrure ; il était intéressant, en effet, de s'assurer si les analogies ou les différences chimiques constatées dans les deux séries de corps pourraient être perçues par les méthodes calorimétriques.

» Je suis parti d'un échantillon d'isoquinoléine parfaitement pure, magnifiquement cristallisée, fusible à 23°, bouillant à 243° sans variation. Après en avoir prélevé la dose nécessaire à la combustion dans la bombe, j'ai effectué les opérations suivantes : dissolution à 22° dans HCl (1 mol. = 4^{lit}), l'isoquinoléine étant prise sous les formes solide, surfondue et hydratée ($2H^2O$) ; les diverses solutions évaporées ont fourni le chlorhydrate solide, dont on a pris la chaleur de dissolution, toujours vers 22° ; ces solutions ont servi à étudier l'action d'un deuxième HCl et le déplacement de la base par la potasse. L'hydrogénation a été faite par Na et C^2H^6O ; l'hydrure a été séparé sous forme de combinaison sulfocarbonique $CS^2(C^9H^{11}Az)^2$, laquelle, décomposée par HCl, a donné du premier jet le chlorhydrate $C^9H^{11}Az, HCl$, fusible à 197°. Il était alors facile d'ordonner méthodiquement l'ordre des réactions nécessaires à l'étude du tétrahydrure.

» Beilstein indique que l'isoquinoléine attire l'acide carbonique de l'air ; il est vrai que l'isoquinoléine solide, abandonnée à l'air, se liquéfie bientôt complètement, mais c'est parce qu'elle est hygroscopique (comme la quinoléine) ; saturée d'eau, elle en prend 2 molécules à 10°, mais la moindre élévation de température trouble cet hydrate liquide, fait en relation immédiate avec sa faible chaleur de formation.

» *Isoquinoléine* C^9H^7Az. — Chaleur de combustion par gramme à l'état solide : $8701^{cal},2$ et $8710^{cal},0$; moyenne, $8705^{cal},6$.

	Cal
Chaleur de combustion moléculaire à volume constant.....	1123
» » à pression constante....	1123,7

d'où, pour la chaleur de formation :

$C^9 + H^7 + Az = C^9H^7Az$ sol.	− 33,5

» *Hydroisoquinoléine* $C^9H^{11}Az$. — Liquide bouillant à 234° ; attirant l'acide carbonique de l'air, comme la benzylamine. Sa combustion a dégagé par gramme

$9129^{cal},4$ et $9122^{cal},5$; en moyenne... $9125^{cal},95$,

soit pour $C^9H^{11}Az$ liq. = 133^{gr} :

Chaleur de combustion à volume constant............	$1213^{Cal},75$
» à pression constante	$1215^{Cal},0$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 964.

et, pour chaleur de formation :

$$C^9 + H^{11} + Az = C^9H^{11}Az \text{ liq.} \ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal},2$$

» *Sels.* — Je n'ai étudié que les chlorhydrates; je joins, à titre de comparaison, les données correspondantes relatives à la benzylamine, à son isomère la méthylaniline et enfin à l'hydroquinoléine :

	Chaleurs de formation.				
	Bases.				Chaleur de dissolution du chlorhydrate.
	HCl dissous.	Sel dissous.			
Nom et état de la base.	HCl = 4^{lit}.	(HCl = 6^{lit}).	HCl gaz. Sel solide.	Tout dissous.	1 molécule = 4^{lit}
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
Isoquinoléine liquide...	6,35	6,40	27,0	»	— 3,25
Isoquinoléine solide....	5,01	»	25,66	»	»
Isoquinoléine hydratée.	5,41	»	»	»	»
Hydroisoquinoléine liq.	12,93	»	34,29	9,92	3,96
Benzylamine liq........	15,46	»	36,69	12,90	— 3,83
Méthylaniline liq......	6,9	8,2	24,3 — D	»	— D
Hydroquinoléine liq...	7,15	7,25	28,05	»	— 3,50

» De ces données on tire d'abord, pour chaleur de fusion de l'isoquinoléine, abstraction faite de la différence inconnue des chaleurs spécifiques à l'état liquide et à l'état solide, $-F = 1^{Cal},34$ et pour chaleur d'hydratation $0^{Cal},94$; pour chaleur de dissolution de l'hydroisoquinoléine $+ 3^{Cal}$, valeur que j'ai retrouvée par une détermination directe.

» Le déplacement de l'isoquinoléine dans son chlorhydrate par la potasse a donné, à 20°, 8^{Cal}; si l'isoquinoléine était déplacée à l'état anhydre on aurait $13,6 - 6,35 = 7^{Cal},25$; cette opération montre que la base est bien déplacée sous forme d'hydrate; la valeur calculée serait

$$13,6 - 5,41 = 8^{Cal},2;$$

le faible écart avec l'expérience vient probablement de ce fait que l'hydrate se dissout partiellement en absorbant de la chaleur (comme pour la quinoléine).

» Nous pouvons encore tirer d'autres conséquences; pour la chaleur de formation de l'isoquinoléine liquide on a $-33,5 - 1,34 = -34^{Cal},84$, nombre fort voisin de celui obtenu pour la quinoléine $(-32^{Cal},8)$; le parallélisme existe également dans les sels; par contre, l'hydrogénation dégage sensiblement plus de chaleur :

(iso) $\quad C^9H^7Az \text{ liq.} + 2H^2 = C^9H^{11}Az \text{ liq.} \ldots\ldots \quad +2 \times 23^{Cal},5.$

au lieu de $2 \times 16^{Cal},6$; mais c'est surtout dans les sels que se manifeste une profonde divergence entre les hydrures des deux bases. Tandis que l'hydroquinoléine se rapproche tout à fait des anilines, l'hydroisoquinoléine montre d'étroites affinités avec les bases fortes comme la benzylamine. Ce sont là des résultats très importants que l'on peut faire apparaître en comparant les formules de l'hydroquinoléine et de la méthylaniline, d'une part, et celles de l'hydroisoquinoléine et de la benzylamine, d'autre part :

Méthylaniline.	Hydroquinoléine.	Benzylamine.	Hydroisoquinoléine.
$C^6H^4 \langle {}^{H}_{AzH} \; {}^{H}_{CH^2}$	$C^6H^4 \langle {}^{CH^2 - CH^2}_{AzH - CH^2}$	$C^6H^4 \langle {}^{H}_{CH^2} \; {}^{H}_{AzH}$	$C^6H^4 \langle {}^{CH^2 - CH^2}_{CH^2 - AzH}$

» La différence entre les deux termes de chaque groupe réside dans la substitution de $- CH^2 - CH^2 -$ à $- H, H -$; les premiers sont des anilines substituées et en possèdent la basicité faible, les seconds sont des benzylamines, bases fortes.

» De plus, de même que la chaleur de formation de la benzylamine $(+2,0)$ dépasse celle de la méthylaniline $(-3,4)$, de même celle de l'hydroisoquinoléine $(+13,2)$ surpasse celle de l'hydroquinoléine $(+0,4)$.

» Ces résultats montrent jusqu'à quel point il est possible d'utiliser les données thermochimiques pour l'étude des fonctions des corps. »

CHIMIE. — *Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang normal.* Note de M. L. de Saint-Martin.

« A. *Dosage dans l'air.* — La très intéressante Note de M. A. Gautier [1] renferme le passage suivant : « Quand l'oxyde de carbone ne représente » que quelques millièmes ou dix-millièmes du volume gazeux à analyser, » son dosage par le chlorure cuivreux, même avec l'excellente modification » de M. de Saint-Martin [2], devient tout à fait insuffisant; l'acétylène en » particulier s'y dissout et avec lui d'autres hydrocarbures qui, lorsqu'on » soumet à l'analyse eudiométrique les gaz qu'on extrait du réactif par le » vide, sont comptés comme oxyde de carbone. »

[1] *Comptes rendus*, 21 mars 1898.

[2] *Ibid.*, t. CXIV, p. 1006.

» Ce reproche à la méthode que j'ai décrite ne me paraît pas justifié. L'analyse eudiométrique des gaz extraits par le vide du protochlorure de cuivre comprend en effet le mesurage du mélange explosif avant l'explosion, après l'explosion et après l'absorption de l'acide carbonique. La différence des deux premières lectures correspond à la contraction, laquelle doit être juste la moitié du volume de l'acide carbonique produit, déterminé par la troisième lecture.

» J'ai précisément insisté sur la nécessité de ce contrôle. Une augmentation de la valeur de ce rapport indiquerait en effet la présence d'un carbure d'hydrogène, la contraction étant égale au volume de l'acide carbonique produit pour l'éthylène, au double de ce volume pour le formène, et aux trois quarts pour l'acétylène.

» En employant les formules eudiométriques données par M. Berthelot (1), et en recourant, dans le cas de plus de deux gaz combustibles, à l'emploi des réactifs absorbants il est même possible d'établir la composition du mélange. On voit, dans tous les cas, qu'il est impossible de compter des carbures d'hydrogène comme oxyde de carbone.

» Je m'empresse d'ajouter qu'au-dessous de quelques millièmes, l'élégant procédé par l'acide iodique de M. A. Gautier sera tout indiqué.

» B. *Dosage dans le sang.* — En répétant les expériences de MM. Degrez et Nicloux sur la présence de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux soumis aux inhalations prolongées de chloroforme, je suis arrivé à cette constatation imprévue (2) et reconnue depuis lors exacte par les mêmes expérimentateurs (3), que le sang normal des animaux vivant à Paris, traité par les acides organiques, dégage une petite quantité d'oxyde de carbone.

» Surpris d'obtenir de la sorte des traces de ce gaz avec du sang de bœuf recueilli à l'abattoir de Grenelle, loin de tout foyer et en l'absence de fumée de tabac, je posais la question déjà soulevée par Cl. Bernard (4), de savoir si l'oxyde de carbone préexiste dans le sang, ou s'il ne se produit pas, lors du mélange du sang avec les acides. L'expérimentation, seule capable d'élucider ce point essentiel, m'a démontré, depuis lors, que la seconde hypothèse, qui me paraissait plus vraisemblable, n'est point

(1) Berthelot, *Grande Encyclopédie*, t. XVIII, p. 656.

(2) *Comptes rendus*, 14 février 1898.

(3) *Ibid.*, 28 février 1898.

(4) Cl. Bernard, *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie*, p. 432.

exacte, et que l'oxyde de carbone existe bien en nature dans le sang des animaux séjournant dans les grandes agglomérations urbaines. Voici un résumé de mes essais à cet égard.

» 1. 500^{cc} de sang de bœuf défibriné, traités comme il est dit dans ma Note précédente, ont fourni 0^{cc},45 de CO, soit 0^{cc},90 par litre.

» 2. 500^{cc} du même sang ont été rapidement épuisés à la température de 40°, au moyen de la trompe à eau, de tous les gaz susceptibles d'être éliminés par le vide employé seul. On les a ensuite transvasés, à l'abri du contact de l'air, dans une grande éprouvette, sur le mercure, avec 125^{cc} de bioxyde d'azote très pur ([1]). Après agitation prolongée et absorption par le sang de la majeure partie du bioxyde d'azote, on a fait passer le tout, sang et gaz surnageant, dans le ballon récipient préalablement vidé de la machine à mercure, et les gaz ont été extraits, comme d'habitude, par la manœuvre de la pompe. On en a ainsi recueilli 33^{cc},5, dans lesquels dominait évidemment l'excès de bioxyde d'azote qu'il fallait tout d'abord éliminer.

» Dans ce but, on a introduit dans l'éprouvette 2^{cc} de potasse concentrée, puis, bulle à bulle, de l'oxygène pur, en agitant sans cesse. Lorsque les bulles d'oxygène ont cessé de produire une rutilance, au sein de la masse gazeuse, et que cette dernière, après une très forte réduction de volume, a au contraire commencé à augmenter, on a cessé l'addition d'oxygène, dont l'excès a été absorbé par l'hydrosulfite de soude.

» Le gaz restant, réduit à 3^{cc},15, a été soumis aux mêmes essais.

» Réaction spectroscopique très nette de l'oxyde de carbone, vérifiée non seulement par la persistance des deux raies après l'addition d'un agent réducteur, mais aussi par leur repérage exact sur l'échelle spectrométrique.

» Volume du gaz absorbable par le protochlorure de cuivre : 0^{cc},35, soit 0^{cc},7 par litre de sang.

» 3. 500^{cc} du même sang, abandonnés en vase clos pendant vingt-quatre heures, dans une étuve à 38°, ont été soumis à un premier épuisement par le vide, puis à un second en présence de l'acide tartrique, comme dans l'essai n° 1. On n'a pas obtenu trace d'oxyde de carbone, la petite quantité de gaz toxique renfermée dans le sang ayant disparu par oxydation ([2]).

» 4. Un de mes malades, boucher en Seine-et-Oise, dans la banlieue, m'a apporté 1^{lit} de sang de bœuf défibriné, recueilli, d'après mes indications, sur un bœuf abattu chez lui, amené directement à son abattoir particulier d'une ferme sise en pleine campagne. Je n'ai pas obtenu trace d'oxyde de carbone. Mais il s'était écoulé trois heures et quart entre l'abatage de l'animal et le passage du sang à la pompe.

» Il ressort nettement des expériences 3 et 4 que l'oxyde de carbone extrait du sang par l'action du vide et d'un acide organique préexiste bien dans ce liquide et ne provient pas de l'action de l'acide sur l'une des

([1]) Obtenu par l'action d'une solution d'azotate de potasse pur sur le protochlorure de fer en solution chlorhydrique.

([2]) L. de Saint-Martin, *Comptes rendus*, 25 mai 1891.

substances hématiques. Du reste, le bioxyde d'azote, qui ne détruit pas l'hémoglobine, permet également, quoique bien plus difficilement, d'isoler du sang le gaz toxique qu'il renferme. (Exp. 2.)

» La présence de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux vivant dans les grandes villes se trouve donc définitivement démontrée, et je me propose de la rechercher également dans le sang humain provenant de saignées pratiquées dans un but thérapeutique.

» En terminant, je crois devoir insister sur la nécessité absolue, pour le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans le sang normal, d'épuiser le liquide, *à deux reprises*, par le vide : une première fois, pour éliminer tous les gaz autres que l'oxyde de carbone [majeure partie de l'acide carbonique, oxygène, azote; traces d'hydrogène (1), de formène (2) ou autres carbures accidentels]; une seconde fois, en présence de l'acide tartrique, pour extraire l'oxyde de carbone seul, mêlé seulement d'acide carbonique et de traces presque inévitables d'azote.

» En pratiquant l'épuisement en une seule fois, comme le font MM. Degrez et Nicloux, et en faisant directement passer la totalité du gaz dans le grisoumètre, qui donne seulement la mesure de la réduction, mais non celle de l'acide carbonique produit, on tombe, justement cette fois, sous le reproche de M. A. Gautier, et l'on s'expose à compter comme oxyde de carbone des carbures d'hydrogène.

» C'est à cette cause d'erreur que j'attribue les chiffres beaucoup trop élevés obtenus par MM. Degrez et Nicloux, et c'est pour cette raison que je persiste à considérer comme contestable la conclusion, désormais modifiée, qu'ils en tirent et d'après laquelle l'oxyde de carbone augmenterait dans le sang sous l'influence des inhalations de chloroforme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le spectre et la nature du néodyme*. Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Henri Moissan.

« Depuis l'important Travail de M. Auer von Welsbach (*Monatshefte für Chemie*, p. 477; 1885), on a annoncé que nombre de raies du néodyme et du praséodyme variaient, que ces variations démontraient l'existence de corps simples distincts (pour quelques savants, autant de corps que de

(1) N. Gréhant, *Société de Biologie* et *Arch. de Physiologie*, 1895.

(2) L. de Saint-Martin, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 83.

bandes d'absorption). Mais la preuve de ces variations n'a jamais été faite et il n'a été publié aucun Travail qui ait eu pour but d'en établir la réalité ou la fausseté. J'ai été conduit à soumettre une importante quantité d'oxyde de didyme purifié de lanthane et de cérium à des séries de fractionnements par la méthode (Auer) des azotates ammoniacaux. Ils m'ont fourni un azotate double qui, fondu dans son eau de cristallisation et sous une épaisseur de plus de $0^m,10$, ne montrait plus trace de la principale bande du praséodyme. Cet azotate a été le point de départ de nouveaux fractionnements qui ont permis d'éliminer, d'une part, du samarium et des terres avoisinantes en notables proportions; d'autre part, une faible trace de praséodyme. J'ai obtenu ainsi plus de vingt numéros successifs qui présentaient l'identité la plus parfaite à tous les points de vue. Le praséodyme y était invisible sous des épaisseurs de plus de $0^m,10$ d'azotate fondu; le samarium invisible, tant par ses bandes d'absorption si intenses, voisines de H, que par ses fortes raies ultra-violettes de l'étincelle et son spectre de fluorescence dans le sulfate de calcium. Pour m'assurer que, malgré l'identité des spectres d'étincelle des premières et dernières portions, il ne s'y trouvait pas quelque terre étrangère sans spectre d'absorption, ni spectre sensible d'étincelle, j'ai eu recours au spectrocolorimètre. Le résultat a été négatif; ces portions présentent le même spectre d'absorption avec la même intensité. On ne peut saisir la plus légère différence dans aucune des bandes.

» On doit, à mon avis, en conclure que, contrairement à l'opinion de plusieurs savants, le néodyme est un corps simple et non un mélange d'éléments. Des fractionnements incomparablement plus courts permettent, en effet, de voir rapidement croître ou décroître les spectres du samarium et du praséodyme; j'ajouterai que le néodyme de diverses provenances (cérite, samarskite, mosandrite) m'a toujours présenté, une fois purifié, identiquement le même spectre. L'opinion que le néodyme serait formé de terres incomparablement plus difficiles à séparer que n'importe quels autres éléments du groupe des terres rares est donc sans fondement expérimental. D'autres modes de fractionnements m'ont conduit au même résultat par une marche plus lente.

» L'oxyde de néodyme, tiré de l'oxalate par calcination prolongée à l'air libre, est non gris, verdâtre ou rosé, comme l'ont écrit divers auteurs, mais d'un bleu clair franc avec des reflets lilas dans la masse. De très faibles traces de praséodyme, de samarium ou de terbium altèrent notablement sa couleur, qui est ainsi un assez bon indice de sa pureté. La couleur des sels de néodyme est, sous faible épaisseur, d'un bleu lilacé; sous épais-

seur moyenne, d'un rose violacé et, en solution concentrée, sous forte épaisseur, d'un violet rougeâtre très riche. Des proportions assez faibles de samarium ou de praséodyme suffisent à en faire passer la couleur à un rouge plus ou moins jaune ou brun, comme a été décrit le néodyme jusqu'à ce jour.

» A l'état de chlorure (solution à 10 pour 100 de l'oxyde dans HCl concentré sous une épaisseur de $0^m,036$) le néodyme m'a présenté les bandes suivantes :

732,4
691,0
680,4 forte.
673,1 faible.
637,3
629,2 très faible double.
623,4
578,3 environ au milieu de la très forte bande.
522 environ au milieu de la forte bande.
532 assez forte.
510,9 très forte au milieu.
476,8 forte.
469,1 forte.
462,4 nébuleuse, diffuse, assez forte.
435,1 faible.
429,4 très faible.
428,1 forte.
420 environ très faible.

» Pour toute la première portion du spectre jusqu'à 510,9 inclusivement ce spectre est identique à celui qu'a donné M. Auer von Welsbach (*loc. cit.*). Mais ce savant, de toutes les raies suivantes, ne mentionne que 428,1. Je ne puis m'expliquer l'omission des raies 476,8, 469,1 (très voisine d'une bande du praséodyme, mais qui ne lui est sûrement pas due ici) et 462,4 qui sont fortes et se voient même en solution assez étendue. La présence du samarium à certaine dose fait, comme l'a fait observer M. Lecoq de Boisbaudran, disparaître dans une nébulosité vague et peu visible les bandes du bleu que je viens de citer. Est-ce là le motif de leur omission par M. Auer et plus récemment par M. Brauner (*Chemical Society. Transactions*, 1898)?

» Ce spectre varie énormément dans certaines bandes avec la nature de l'acide : par exemple, le petit groupe vers 630 est méconnaissable en solution azotique. M. de Boisbaudran a signalé déjà des faits analogues. Je terminerai donc en exprimant le vœu que les observateurs de spectres d'absorption veuillent bien indiquer avec précision la composition exacte de la solution et l'épaisseur sous laquelle elle a été examinée. Faute de cette indication on ne sait que penser des affirmations énoncées dans de nombreux Mémoires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydants sur quelques corps azotés* ([1]). Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« Après avoir étudié l'oxydation des amides, j'ai étudié celle de quelques fonctions azotées.

» I. *Amines.* — L'hydroxylamine, employée à l'état de chlorhydrate, est instantanément décomposée, avec dégagement d'azote, par des solutions d'hypochlorites de Ca, Na, K, à excès d'alcali.

» Le chlorhydrate de méthylamine commence à fournir de l'azote à froid, et il est décomposé à une température peu élevée par les solutions d'hypochlorites ([2]).

» Le chlorhydrate d'éthylamine n'est pas décomposé à froid, dans les mêmes conditions; il faut une assez forte chaleur pour mettre en liberté de l'azote. Le chlorhydrate de diéthylamine n'est décomposé qu'à une température élevée par ClONa. Il faut une chaleur moins forte pour décomposer le chlorhydrate de triéthylamine.

» *Aldéhyde-ammoniaque.* — La réaction se passe en trois phases; d'abord il se sépare un peu d'azote; à une température élevée, il se dégage un gaz très peu soluble dans l'eau, brûlant avec une flamme peu éclairante quand il est débarrassé de la petite quantité d'aldéhyde entraînée; c'est du formène. En dernier lieu, il se forme une collidine; c'est *l'aldéhydine*, dont la genèse explique la très faible quantité d'azote dégagée.

» *Acétaldoxime.* — Cette oxime est facilement décomposée, à froid et à chaud, par les hypochlorites à excès de base.

» II. *Diamines.* — L'éthylène-diamine, la diéthylène-diamine (*pipérazine*), la propylène-diamine ont été employées à l'état libre; elles fournissent d'assez faibles quantités d'azote, ce qui paraît tenir à ce que le réactif en sépare du gaz ammoniac, et à ce que les restes se polymérisent.

» J'ai ensuite étudié les chlorhydrates des trois phénylène-diamines; tous trois laissent dégager de l'azote; la décomposition, là aussi, n'est que partielle. Mais les températures et les vitesses de décomposition ne sont pas les mêmes. Le dérivé *para* est très stable, les dérivés *ortho* et *méta* l'étant sensiblement moins.

» Le carbonate de *guanidine* est immédiatement décomposé par les hypochlorites; c'est une expérience de cours; la liqueur se colore en jaune foncé, puis en rouge orangé.

» III. *Hydrazines.*—J'ai expérimenté avec le chlorhydrate d'hydrazine, la phénylhydrazine et la méthylphénylhydrazine libres. Avec ces dérivés, la réaction est très nette; le dégagement d'azote s'établit et continue presque toujours à froid.

([1]) Institut de Chimie, Faculté des Sciences de Montpellier.

([2]) Le même sel est décomposé partiellement, à chaud, par une solution concentrée de permanganate de K. Même réaction obtenue avec l'acide arsénique. L'acide arsénieux n'agit pas. Le chlorhydrate d'éthylamine est aussi décomposé par AsO^4H^3 et $Mn^2O^8K^2$.

» Les résultats sont très sensiblement les mêmes avec l'acide arsénique ([1]).

» IV. *Acides cyanique et cyanurique.*—Ils sont immédiatement ou presque immédiatement détruits par les hypochlorites.

» V. *Alcaloïdes.* — J'ai fait agir les hypochlorites sur la pipéridine, la nicotine, la spartéine, la cocaïne, l'ecgonine, la benzoylecgonine : les résultats ont été négatifs. Avec l'antipyrine, au contraire, j'ai obtenu une certaine quantité d'azote, ce qui tient vraisemblablement à ce que le groupe (CH^3 — Az) est seul oxydé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison obtenue avec l'azotate de mercure et le triméthylcarbinol.* Note de M. G. Denigès.

« L'étude d'une réaction des azotites ([2]), fondée sur la coloration que donne le réactif de Millon avec les phénols, ayant appelé mon attention sur les combinaisons mercuro-phénoliques, je me suis demandé si les alcools tertiaires, qui par tant de points se rattachent aux phénols, ne fourniraient pas des composés du même ordre permettant, peut-être, la diagnose facile de ces alcools, problème encore incomplètement résolu.

» A la suite d'expériences variées, j'ai pu isoler une combinaison obtenue avec l'azotate mercurique et le triméthylcarbinol, mais je n'ai pu préparer de composés correspondants avec les autres alcools tertiaires que j'ai étudiés.

» J'ai été plus heureux avec le sulfate mercurique qui, en solution fortement acide, s'est montré un réactif beaucoup plus général et est entré en combinaison avec ces divers alcools ou plutôt avec les carbures éthyléniques qui en dérivent par déshydratation.

» J'étudierai ultérieurement ces derniers dérivés, ne m'occupant, dans cette Note, que de la combinaison fournie par l'azotate de mercure.

» *Azotate mercuroso-mercurique diméthyléthylénique.* — Ce corps se prépare de la façon suivante : on met dans un matras 20^{gr} d'oxyde mercurique, 100^{cc} d'eau et, en agitant constamment, on ajoute peu à peu 40^{cc} d'acide azotique pur; puis, après dissolution, on verse dans le matras 400^{cc} d'eau; on filtre, s'il y a lieu, on ajoute au liquide clair 2^{cc} de triméthylcarbinol et l'on porte à l'ébullition, qu'on maintient quelques minutes. Déjà, vers 60°, il commence à se faire dans la masse un trouble jaunâtre qui fait

---

([1]) Dans l'action de AsO^4H^3 sur la phénylhydrazine et la méthylphénylhydrazine il se forme du phénol.

([2]) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1er octobre 1895.

place, à l'ébullition, à un précipité très abondant, cohérent et de couleur orangée. On projette le mélange dans 2^{lit} à 3^{lit} d'eau chaude, on laisse déposer, on décante, on lave par décantation, on recueille sur un filtre, on lave encore et, après égouttage, on étale la substance sur des plaques poreuses.

» On achève la dessiccation sur l'acide sulfurique à l'abri de la lumière, et l'on conserve, dans un flacon placé dans un étui métallique, le produit obtenu qui, sans cette précaution, noircirait sous l'action solaire, même dans des flacons en verre jaune.

» Cette substance a fourni à l'analyse :

Volume de AzO recueilli, à 22° et à la pression de 768^{mm}, avec 0^{gr},600 de matière	^{cc} 34,20
Volume du même gaz recueilli, dans les mêmes conditions de température et de pression, avec 5^{cc} d'une solution d'azotate de potassium correspondant pour 5^{cc} à 0^{gr},10 de AzO^3H	35,20

d'où

	Trouvé.	Calculé pour $(AzO^3)^2Hg^3, C^4H^8$.
Azote nitrique en AzO^3H pour 100	16,17	16,15

d'autre part, il a été trouvé :

Mercure pour 100	77,38	76,92

» La combustion de ce corps, facilement explosif, doit être pratiquée avec beaucoup de précaution. Elle a donné :

	Trouvé.	Calculé.
C pour 100	5,87	6,15
H »	1,11	1,03

» On peut réaliser aisément le dosage de la matière organique qu'il renferme en utilisant la propriété qu'il possède de donner un dégagement de butylène par ClH et en se servant, pour mesurer le gaz, d'un appareil à déplacement d'air, tel qu'un appareil à urée à récepteur et générateur distincts, ce dernier étant plongé dans un bain d'eau à 70°.

» On a ainsi obtenu, corrections faites, 6,73 pour 100 de butylène : la formule $(AzO^3)^2Hg^3, C^4H^8$ exigeant 7,18 pour 100 de ce corps répond bien aux résultats fournis par l'analyse.

» *Propriétés.* — Le corps obtenu détone par le choc et par élévation de température (vers 80°). Traité par ClH, il fait effervescence comme un carbonate en dégageant du diméthyléthylène dissymétrique et en donnant

un résidu formé de chlorures mercureux et mercurique; le premier de ces corps disparaît à chaud, par suite de la présence d'acide azotique.

» Le composé décrit n'est pas attaqué à froid par les alcalis caustiques; après quelques instants d'ébullition, il donne, avec ces réactifs, un précipité brun, mélange d'oxydes mercureux et mercurique.

» Ces diverses réactions indiquent : d'une part, qu'il renferme le mercure sous deux états (au maximum et au minimum), d'autre part, qu'il contient les éléments, non du triméthylcarbinol, mais du carbure éthylénique qui en dérive par déshydratation, fait confirmé par la possibilité d'obtenir la même combinaison mercurique en faisant passer du diméthyléthylène dissymétrique dans la solution chaude d'azotate mercurique précédemment indiquée.

» La formule

$$\begin{matrix} AzO^3Hg \\ AzO^3Hg^2 \end{matrix} \Big\rangle C^4H^8$$

rend compte de ces résultats expérimentaux et fait, de ce corps, un azotate mercuroso-mercurique diméthyléthylénique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles.* Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. L. Guignard.

« Les faits que nous avons exposés précédemment, M. Nardin et moi, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* ([1]), montrent déjà qu'il y a beaucoup d'analogie, au point de vue chimique, entre le gentianose et le sucre de canne. Cette analogie se retrouve encore au point de vue physiologique.

» Le sucre de canne forme, comme l'on sait, un élément de réserve dans la racine de betterave. Durant la deuxième période végétative, période correspondant à la formation des graines, il est dédoublé en sucres assimilables (dextrose et lévulose) par un ferment soluble, l'invertine, et peut alors être utilisé par la plante. Un dédoublement semblable du gentianose doit se produire dans la gentiane, comme l'établissent les deux expériences suivantes :

» I. De la racine fraîche de *Gentiana lutea* est triturée avec du sable dans un mor-

---

([1]) *Sur la préparation du gentianose* (*Comptes rendus*, p. 280; 1898).

tier de porcelaine, le produit est lavé avec de l'alcool à 90°, de façon à enlever toutes les substances solubles dans ce véhicule, et, par conséquent, tout sucre réducteur. Après dessiccation, on en met une petite quantité dans une solution aqueuse de gentianose, additionnée de thymol, et l'on porte à l'étuve à 30°-35°.

» Au bout de vingt-quatre heures, le liquide est essayé à la liqueur de Fehling ; il ne réduit pas, donc il n'y a pas eu dédoublement de gentianose.

» La seconde expérience aurait dû être faite avec la partie aérienne du *Gentiana lutea*. Mais cette partie aérienne n'existant pas à l'époque de ces essais (6 février), j'ai eu recours à une autre espèce de gentiane, le *Gentiana acaulis*, déjà en pleine végétation.

» II. La plante entière est traitée comme ci-dessus, puis mise en contact avec du gentianose en solution aqueuse, en continuant à opérer comme il a été dit pour la racine de gentiane jaune. Cette fois on constate une réduction très nette de la liqueur de Fehling, d'où il résulte qu'il y a eu dédoublement du gentianose.

» Ce dédoublement est d'ailleurs bien le fait d'un ferment soluble, car, si l'on soumet la plante à l'action de l'eau bouillante avant de l'employer, on n'observe plus d'action sur le gentianose.

» Ce premier fait établi, il s'agissait de savoir si le ferment était un ferment spécifique, nouveau par conséquent, ou s'il était un de ceux que nous connaissons. Pour étudier la question, il n'y avait qu'à examiner successivement l'action des ferments solubles hydrolysants des hydrates de carbone et des glucosides sur le gentianose. C'est ce qui a été fait pour l'invertine de la levure, la diastase de l'orge, la diastase de la salive, l'émulsine et l'ensemble des ferments qui se trouvent en solution dans l'eau qui a séjourné pendant trois jours sous une culture mûre d'*Aspergillus niger*.

» La diastase et l'émulsine n'agissent pas sur le gentianose, mais le liquide d'*Aspergillus* et l'invertine en déterminent le dédoublement.

» Le liquide d'*Aspergillus* l'hydrolyse complètement.

» L'action de l'invertine a été étudiée en même temps et dans les mêmes conditions sur le saccharose. Pour cela, on a préparé les deux mélanges suivants :

1.	Gentianose	$0^{gr},60$
	Macération de levure	5^{cc}
	Eau thymolée....................	q. s. pour 30^{cc}
2.	Saccharose	$0^{gr},60$
	Macération de levure	5^{cc}
	Eau thymolée....................	q. s. pour 30^{cc}

» Au bout de vingt-quatre heures à 15°, les deux liquides ont été examinés au pola-

rimètre et ont donné (tube de $0^m,20$) : pour le gentianose, $\alpha = -26'$, et pour le saccharose, $\alpha = -52'$. Au bout de trois jours, on a trouvé pour le premier sucre $\alpha = -1°$, et pour le second $\alpha = -52'$. La rotation ne s'est pas modifiée ultérieurement.

» Il ressort de là que l'invertine agit plus lentement sur le gentianose que sur le saccharose.

» L'examen à la liqueur cupro-potassique a révélé d'ailleurs une autre différence; il a montré, en effet, que, tandis que l'hydrolyse du saccharose était complète, celle du gentianose n'avait atteint qu'une partie du produit.

» Pour interpréter ces résultats, il faut se rappeler que le liquide d'*Aspergillus*, outre de l'invertine, tient encore en dissolution d'autres ferments hydrolysants des polyglucoses. On peut en déduire que, selon toute vraisemblance, les glucoses se trouvent dans la molécule du gentianose en partie sous forme de saccharose que dédouble l'invertine, alors qu'il reste un polyglucose que, seul, peut hydrolyser l'un des ferments solubles de l'*Aspergillus*. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherche de la sciure de bois dans les farines.* Note de M. G.-A. Le Roy, présentée par M. Troost.

« La recherche de l'adultération, par la sciure de bois, des farines de froment de qualité inférieure, connues industriellement sous le nom de *recoupes*, etc., et celle des farines d'orge, d'avoine, etc., qui contiennent normalement des débris cellulosiques provenant du grain lui-même, est assez difficile à caractériser. J'ai tenté d'appliquer à la divulgation de cette falsification les réactions colorées produites sur la cellulose par différentes substances telles que l'orcine, l'amidol, la diméthylparaphénylènediamine, la phloroglucine, réactions connues mais non appliquées jusqu'alors dans ce but spécial. La phloroglucine employée en solutions alcooliques, fortement acidifiée par l'*acide phosphorique*, m'a donné d'excellents résultats. Une telle solution, dont on imbibe la farine suspecte, donne, après un chauffage très léger, une coloration intense rouge carminé aux particules de sciure de bois; la coloration qu'elle produit sur les matières cellulosiques provenant du grain lui-même est nulle ou à peine marquée, du moins dans les premiers temps; les particules d'amidon restent incolores. L'observation peut se faire à l'œil nu, ou mieux avec une forte loupe. La solution chlorhydrique de phloroglucine agit dans les mêmes conditions

trop énergiquement; la différence de coloration entre les particules de cellulose bois et de cellulose grains est moins tranchée. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les formes cristallines de l'oligiste du puy de la Tache (mont Dore)*. Note de M. F. **Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« L'oligiste du puy de la Tache, très remarquable par l'abondance et la beauté de ses cristaux, n'a cependant été l'objet d'aucune monographie. A peu près seul parmi les auteurs français, Dufrénoy, dans son *Traité de Minéralogie* (2e édition, 1856), consacre quelques lignes au fer spéculaire du mont Dore (sans autre indication plus précise de gisement) et donne deux figures de cristaux dans son Atlas (*fig*. 96 et *fig*. 101).

» Ce savant se borne à indiquer les formes p, a^1, d^1, $e^{\frac{1}{2}}$ et e_3. Il ajoute la remarque suivante : « Au mont Dore, dit-il, on trouve des cristaux qui pré-
» sentent sur la face a^1 des stries qui paraissent sous l'angle de 60°. Elles
» correspondent à autant de petites plaques triangulaires, qui, par leur
» ensemble, offrent un exemple intéressant de décroissement. »

» Dufrénoy ne fait pas connaître la loi de ce décroissement.

» Ayant recueilli, il y a quelques années, bon nombre de cristaux d'oligiste au puy de la Tache, j'ai pu me convaincre que cette belle espèce minérale présente, outre d'assez nombreuses formes cristallines, parmi lesquelles plusieurs nouvelles, des macles et des groupements nombreux. Je viens donner ici un résumé succinct de cette étude.

» Parmi les diverses zones qu'on peut considérer dans ces fers spéculaires (lames minces ou cristaux épais), deux surtout méritent l'attention : ce sont la zone $a^1 b^1$ et le zone pe_3.

» Dans la première, j'ai déterminé la face $a^{\frac{1}{2}}$, assez constante dans les cristaux minces, mais plus ou moins développée; elle résulte de la superposition des plaquettes triangulaires signalées par Dufrénoy, qui constituent des pyramides tronquées à faces ternes; j'ai obtenu de bonnes mesures en employant une lame de mica mince. J'ai également déterminé la face b^1.

» La seconde zone, pe_3, est beaucoup plus riche que la précédente. Strüver (1) y avait déjà signalé les formes suivantes :

$$e_2, \; e_{\frac{7}{4}}, \; e_{\frac{1}{2}}, \; e_3, \; e_5, \; e_8 \text{ et } e_{\frac{31}{2}}.$$

(1) *Studi cristallografici intorno alla Ematite di Traversella*, 1872.

» J'ai retrouvé sur les cristaux du puy de la Tache e_3 et e_5; e_3 bien développée et très constante, e_5 au contraire fort petite et assez rare. J'ai, en outre, constaté l'existence des sept formes nouvelles ci-après : les scalénoèdres inverses $e_{\frac{8}{5}}$ et $e_{\frac{59}{24}}$ et les scalénoèdres directs $e_{\frac{37}{12}}$, $e_{\frac{19}{6}}$, $e_{\frac{39}{12}}$, $e_{\frac{22}{5}}$ et $e_{\frac{19}{4}}$.

» Parmi ces sept formes, trois d'entre elles $e_{\frac{59}{24}}$, $e_{\frac{37}{12}}$ et $e_{\frac{39}{12}}$ ont des symboles compliqués et voisins de $e_{\frac{5}{2}}$, e_3 et $e_{\frac{10}{3}}$; mais, les pointés étant excellents et donnant des mesures qui ne varient que de quelques minutes, j'ai dû les conserver.

» En résumé, j'ai déterminé, sur l'oligiste du puy de la Tache, seize formes, savoir : $a^1(111)$, qui est la dominante; $p(100)$, $e^2(11\bar{2})$, $d^1(10\bar{1})$, $b^1(110)$, $a^{\frac{1}{2}}(221)$, $e^1(11\bar{1})$, $e_3(31\bar{1})$, $e_5(511)$; les nouveaux scalénoèdres directs $e_{\frac{37}{12}}(37.12.1\bar{2})$, $e_{\frac{19}{6}}(19.6.\bar{6})$, $e_{\frac{39}{12}}(39.12.1\bar{2})$, $e_{\frac{22}{5}}(22.5.\bar{5})$, $e_{\frac{19}{4}}(19.4.\bar{4})$ et les nouveaux scalénoèdres inverses $e_{\frac{8}{5}}(85\bar{5})$, $e_{\frac{59}{24}}(59.24.2\bar{4})$.

» Les cristaux d'oligiste sont souvent allongés suivant une arête $a^1 a^{\frac{1}{2}}$ et figurent parfois, par arrondissement des bords, un couteau à lame usée.

» Les macles sont communes; j'ai observé les trois suivantes : 1° suivant la base a^1; 2° suivant la face p; 3° suivant la face e^2. Dans cette dernière, deux faces p se trouvent aux extrémités d'une même ligne, également inclinées vers le même sommet trièdre sur la face a^1. Cette loi est d'ailleurs rendue visible par la position de ces plaques que Dufrénoy signale; elles prennent soit la forme de rhombes par suite de leur accolement base à base, soit celle de trapèzes réunis par leurs petites bases. Ce sont là des macles simples; mais ces cristaux offrent souvent des groupements compliqués figurant assez bien les redans d'un fortin. Ces complications intérieures des lames ne se manifestent pas toujours sur les bords, où d'ordinaire on observe les faces p alternativement tournées vers le tièdre supérieur du sommet et vers l'inférieur, et ordinairement accompagnées des faces e_3 et parfois aussi des faces d^1. Enfin, ces plaques empilées suivant a^1 n'ont parfois aucune forme précise, sont irrégulièrement arrondies comme les courbes de niveau d'une carte géographique.

» Le Tableau ci-après donne les incidences observées et calculées des formes nouvelles du fer spéculaire du puy de la Tache (angles des normales) :

	Calculées.	Observées.	Remarques.
$pe_{\frac{8}{5}}$ Nouvelle	42°.23'	42°.39'	»
$pe_{\frac{29}{24}}$ N	30.43	30.42	$pe_{\frac{3}{2}} = 30°18'$
pe_3	25.58	25.59 moy.	»
$pe_{\frac{37}{12}}$ N	25.21	25.30	»
$pe_{\frac{19}{6}}$ N	24.46	24.57	»
$pe_{\frac{39}{12}}$ N	24.12	24.19	$pe_{\frac{10}{3}} = 23°40'$
$pe_{\frac{22}{5}}$ N	18.22	18.30 moy.	»
$pe_{\frac{19}{4}}$ N	17. 6	17. 3	»
pe_5..............	16.17	16.25 moy.	»
$a^1 a^{\frac{1}{2}}$	17.26	18 environ	$a^{\frac{1}{2}}$ est terne et strié
$a^1 b^1$	38. 7	38.14 moy.	»

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les microrganismes des vins dits* tournés. Note de MM. F. **Bordas**, **Joulin** et **de Raczkowski**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons isolé plusieurs microrganismes d'un grand nombre de vins originaires de l'Algérie et du Midi de la France. Ces vins présentaient tous, soit à l'examen microscopique, soit à l'analyse chimique ou enfin aux deux à la fois, les caractères des vins dits *tournés*.

» Parmi ces bacilles, deux sont filiformes mais agissent différemment lorsqu'on les cultive dans des conditions identiques de milieu et de température; nous leur donnerons momentanément les désignations respectives de *bacilles* A *et* B.

» Le bacille A ne s'est jamais rencontré isolément dans ces vins, mais le plus souvent associé à d'autres microrganismes et plus particulièrement au bacille B.

» Cette Communication a pour objet l'étude du bacille A qui présente la particularité de posséder des propriétés différentes de celles que l'on attribue ordinairement au filament dit *de la tourne*, quoiqu'en présentant les caractères macroscopiques lorsqu'il se développe dans le vin.

» Nous l'avons isolé en suivant la technique habituelle, c'est-à-dire par des passages successifs dans de l'eau de levure glucosée, puis enfin sur plaque dont le milieu nutritif était constitué par de l'eau de levure glucosée additionnée de 10 pour 100 de gélatine.

» *Sur plaque* le bacille A se présente sous la forme de colonies larges, épaisses, blanchâtres, non liquéfiantes.

» *Dans l'eau de levure glucosée* à 10 pour 100, il produit un voile épais, plissé, devenant rosé quelques jours après l'ensemencement, tandis que le liquide prend une teinte brune et devient ammoniacal. En examinant ce voile au microscope, on constate qu'il est formé par des filaments de longueur variable dont le diamètre a de $0^{\mu},6$ à $0^{\mu},8$. Ces filaments sont mobiles et composés d'articles peu apparents, se colorent aisément par les couleurs d'aniline et ne prennent pas le grain, possèdent des cils. Les bacilles ciliés ont une forme ovoïde; l'une de leurs extrémités possède un véritable pinceau de flagella rigides, qui sont difficilement mis en évidence. Lorsque les cultures vieillissent, le voile s'humidifie, puis tombe peu à peu au fond du liquide en produisant un dépôt abondant constitué principalement par des spores.

» Ce bacille transforme les nitrates en nitrites, ne donne pas d'indol dans les bouillons peptonés, coagule le lait en donnant une réaction acide.

» Nous l'avons cultivé dans les milieux suivants, dans le but de chercher quelles sont les substances auxquelles il emprunte de préférence les éléments C, Az, H nécessaires à son développement. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

	Par litre													
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	15.
Asparagine	10	10	»	10		»	10	»	10	10	»	10	10	»
Sulfate d'ammoniaque	»	4,71	»	4,71	4,71	»	4,71	»	»	4,71	»	»	4,71	»
Phosphate de potasse	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	»	0,75	»	0,75	0,75	»	»	0,75
Sulfate de magnésie	0,10	»	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		»	0,10	»	»	0,10
Glucose	10	10	10	»	10	10	10	10	»	»	10	10	»	10
Nitrate de potasse	»	»	0,05	»	»	0,01	»	0,005	»		0,001	»	»	»
Développement du bacille, en voile	T.B	T.B	B	B	B	B	T.P	T.P	0	0	0	0	0	0
Développement du bacille, en profondr	T.B	T.B	T.B	A.B	A.B	T.P	A.B	A.B	A.B	A.B	A.B	T.P	0	0

» Nous avons fait les observations suivantes en cultivant ce bacille dans de l'eau de levure additionnée de diverses substances.

» *Glucose*. — Il se développe vigoureusement et le consomme assez rapidement pour qu'une solution à 10 pour 1000 n'en contienne plus que des traces au bout de huit jours. Il y a production de très petites quantités d'acides acétique, butyrique et lactique.

» *Glycérine*. — Les milieux glycérinés à 10 ou 20 pour 1000 n'en contiennent également que de faibles proportions quelques jours après l'ensemencement. Il se produit, dans ces conditions, un corps qui apparaît dès le second jour pour disparaître dans la suite. Ce corps réduit la liqueur

cupro-potassique et le nitrate d'argent; il est oxydé par le mélange de bichromate et d'acide sulfurique. L'addition dans ce milieu de phénylhydrazine acétique donne lieu à la formation d'une combinaison cristalline; mais la quantité minime de cette osazone que nous avons pu recueillir ne nous a pas permis de la caractériser. Il est vraisemblable que le corps auquel est due sa formation doit être le même que celui qui prend naissance dans l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine, comme l'a établi M. G. Bertrand [1], c'est-à-dire de la dioxyacétone $CH^2.OH-CO-CH^2.OH$.

» *Tartre*. — Le développement du bacille s'effectue assez bien pour la dose de 1 pour 1000, plus lentement à 2 pour 1000 et se trouve complètement entravé au-dessus de 3 pour 1000. Le bacille n'est cependant pas détruit, car, ensemencé de nouveau dans de l'eau de levure glucosée, il reprend sa vitalité. Nous avons constaté qu'il ne se développe dans les milieux additionnés de tartre que lorsque la quantité de celui-ci est telle que l'acidité qui lui est due puisse être neutralisée par l'ammoniaque qu'il peut produire. En un mot, c'est l'acidité du bitartrate de potasse qui gêne, ou peut même entraver complètement le développement du bacille. Il suffit, en effet, de neutraliser cette acidité par de la potasse ou de l'ammoniaque pour que les cultures deviennent abondantes.

» Nous n'avons pas pu le cultiver dans des milieux contenant plus de 0,3 pour 1000 d'acide tartrique. (Il en a été de même pour l'acide succinique.)

» Il est sans action sur l'alcool et ne fait pas fermenter le saccharose.

» Ensemencé dans du vin, le bacille A a produit un abondant dépôt. Le glucose et la glycérine ont diminué tandis que le tartre et l'acidité n'ont pas varié.

» Parmi les vins dans lesquels nous avons isolé ce bacille, il s'en trouve un qui contenait les deux bacilles A et B. Ce vin était originaire de la commune de l'Arba (Algérie), année 1896, a été mis en bouteilles en novembre 1896 et examiné à des époques différentes :

		14 juin 1897.	29 octobre 1897.	14 janvier 1898.
Alcool pour 100 en volume..........		9,5	»	9,1
Sucre réducteur	par litre	1,38	»	6,70
Tartre	»	3,13	0,75	0,65
Acidité totale en SO^4H^2	»	3,50	3,38	5,41
Acidité volatile	»	0,38	0,32	1,7
Ammoniaque	»	0,007	»	0,030

(1) *Comptes rendus*, p. 842; 14 mars 1898.

» Nous remarquons que :

» 1° Le vin présentait une composition normale, l'examen microscopique a seul fait prévoir l'altération future;

» 2° L'acidité est restée invariable pendant quatre mois, tandis que le tartre a constamment diminué.

» 3° La proportion de sucre réducteur a été beaucoup plus forte dans la dernière analyse que dans la première. Cette anomalie trouve son explication dans l'influence qu'exerce, sur le dosage des matières réductrices, la dioxyacétone dont nous avons constaté la présence à ce moment dans le vin.

» 4° Enfin la proportion d'ammoniaque a notablement augmenté.

» Nous avons donc isolé, d'un vin présentant à l'examen microscopique, puis plus tard à l'analyse chimique, les caractères d'un vin tourné, un bacille filiforme qui est sans action sur le bitartrate de potasse.

» Il semblerait y avoir contradiction entre les analyses de notre vin et les propriétés du bacille dont nous présentons l'étude, si nous ne rappelions pas qu'il se trouvait, dans ce vin, associé au bacille B. Ce dernier amène la destruction du tartre et agit également sur le glucose et la glycérine, mais en donnant lieu à la formation d'acides, comme nous l'exposerons dans une prochaine Communication. On conçoit que les actions combinées de ces deux bacilles, agissant en symbiose dans le vin, soient susceptibles d'y produire les modifications que nous avons constatées.

» En raison de la coloration rosée caractéristique que prend la culture sur eau de levure glucosée, nous proposons de désigner le bacille A sous le nom de *bacillus roseus vini*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord à chacune des quatre phases.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Prenons la phase exactement au moment où le Soleil et la Lune sont sur le même méridien ou sur deux méridiens orthogonaux.

» Considérons un point quelconque de l'atmosphère de l'hémisphère, en supposant que les actions terrestres s'y font équilibre en ce moment.

» Soient

λ la latitude du point;

α sa longitude W à partir du méridien du Soleil au dit instant;

δ_S la déclinaison solaire à ce moment;
δ_L la déclinaison lunaire à ce moment;
D et d la distance moyenne du Soleil et de la Lune au centre de la Terre;
D' et d' les distances effectives au point et au moment considérés;
S l'attraction du Soleil à la distance D
S' l'attraction du Soleil à la distance D' $\Big\}$ $S' = S\dfrac{D^2}{D'^2}$;
L l'attraction de la Lune à la distance d
L' l'attraction de la Lune à la distance d' $\Big\}$ $L' = L\dfrac{d^2}{d'^2}$;
Σ ou $-\Sigma$ soulèvement ou compression, exercé sur l'atmosphère;
γ ou $-\gamma$ traction horizontale (glissement), exercée sur l'atmosphère suivant le parallèle, dans le sens W-E, ou dans le sens contraire;
γ' ou $-\gamma'$ traction horizontale exercée, suivant le méridien, dans le sens N-S, ou dans le sens contraire.

» A raison des propriétés physiques de l'atmosphère et de l'obligation constante à la rotation :

» 1° Les mouvements relatifs provoqués aux différents points de l'atmosphère par l'attraction d'un corps extra-terrestre, sont considérés ici comme sensiblement indépendants de son effet sur le mouvement du centre de gravité de la masse terrestre;

» Doivent surtout être distingués les effets, d'ordres essentiellement différents, dus à la composante verticale et aux deux composantes horizontales de la force, soulèvement ou compression, traction, en un sens ou en l'autre, suivant le parallèle et suivant le méridien.

» En supposant tout à l'équateur, on a pour effets instantanés :

A NL........ $\Sigma = (S' + L')\cos\alpha$, $\gamma = (S' + L')\sin\alpha$;
A PQ........ $\Sigma = S'\cos\alpha - L'\sin\alpha$, $\gamma = S'\sin\alpha + L'\cos\alpha$;
A PL........ $\Sigma = (S' - L')\cos\alpha$, $\gamma = (S' - L')\sin\alpha$;
A DQ........ $\Sigma = S'\cos\alpha + L'\sin\alpha$, $\gamma = S'\sin\alpha - L'\cos\alpha$.

» Pour un point quelconque de l'atmosphère, des déclinaisons et des distances quelconques des deux astres, on a

A NL :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda\sin\delta_S + \cos\lambda\cos\delta_S\cos\alpha) + L'(\sin\lambda\sin\delta_L + \cos\lambda\cos\delta_L\cos\alpha).$$
$$\gamma = (S'\cos\delta_S + L'\cos\delta_L)\sin\alpha,$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda\sin\delta_S + \sin\lambda\cos\delta_S\cos\alpha) + L'(-\cos\lambda\sin\delta_L + \sin\lambda\cos\delta_L\cos\alpha).$$

A PQ :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda \sin\delta_S + \cos\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) - L'(\sin\lambda \sin\delta_L - \cos\lambda \sin\delta_L \sin\alpha),$$
$$\gamma = S' \cos\delta_S \sin\alpha + L' \cos\delta_L \cos\alpha,$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda \sin\delta_S + \sin\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(-\cos\lambda \sin\delta_L - \sin\lambda \cos\delta_L \sin\alpha).$$

A PL :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda \sin\delta_S + \cos\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(\sin\lambda \sin\delta_L - \cos\lambda \cos\delta_L \cos\alpha),$$
$$\gamma = (S' \cos\delta_S - L' \cos\delta_L) \sin\alpha.$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda \sin\delta_S + \sin\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) - L'(-\cos\lambda \sin\delta_L + \sin\lambda \sin\delta_L \cos\alpha).$$

A DQ :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda \sin\delta_S + \cos\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(\sin\lambda \sin\delta_L + \cos\lambda \cos\delta_L \sin\alpha),$$
$$\gamma = S' \cos\delta_S \sin\alpha - L' \sin\delta_L \cos\alpha,$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda \sin\delta_S + \sin\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(-\cos\lambda \sin\delta_L + \sin\lambda \cos\delta_L \sin\alpha).$$

» Dans chacune de ces équations, on a, comme données variables indépendantes, le méridien d'origine, les déclinaisons de deux astres et leurs distances au point considéré. Ces cinq variables sont liées à six révolutions de durées incommensurables entre elles.

» Il n'y est pas tenu compte de la partie de la variation barométrique diurne qu'on peut appeler *onde d'échauffement*, qui a une forme différente de celle de l'attraction solaire et dont le minimum principal est en retard de quatre à cinq heures suivant la saison.

» Elles ne donnent que l'effet instantané qui se superpose à la situation créée, aux différents points de l'atmosphère, par les cumulations antérieures dues, d'une part au progrès régulier des saisons, de l'autre à la grande variabilité de l'onde luni-solaire.

» Elles paraissent cependant en plein accord avec les multiples déductions précédemment tirées de la discussion des observations simultanées, et elles indiquent d'autres faits généraux à vérifier. »

M. V. de Ziegler adresse un Mémoire relatif à la répartition des mers et de la terre ferme sur le globe terrestre.

M. Zenger adresse un Résumé des observations météorologiques du mois de janvier 1898.

M. Laloux adresse un Mémoire sur un « Moteur rotatif ou turbine à vapeur et à gaz divers ».

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 avril 1898.

Leçons sur la Théorie des marées, professées au Collège de France, par M. Maurice Lévy, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur au Collège de France. Première Partie : *Théories élémentaires, Formules pratiques de prévision des marées.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par l'auteur.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Avril 1898. T. XIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Tome XV. Avril 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Mars 1898. Paris, 1 vol. in-4°.

Essai sur la théorie des machines électriques à influence, par V. Schaffers, S. J., Professeur au Collège de la Compagnie de Jésus, à Louvain. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Nouveaux procédés de Taxidermie, par le comte ALLÉON, Membre du Comité international permanent ornithologique de Vienne, etc. Paris, L. Mulot, 1898; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Institut colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. le Professeur ÉDOUARD HECKEL. Quatrième année. Troisième Volume (1896). Mâcon, Protat frères, 1897; 1 vol. gr. in-8°.

L'Anthropologie, Rédacteurs en chef : MM. BOULE et VERNEAU. 1898. Tome IX, n° 1. Janvier-février. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1897, n° 10, contenant les *Comptes rendus* des séances de décembre 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-8°.

Year-book of the Royal Society of London, 1896-1897, n° 1. London, Harrison and Sons; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 mars 1898.)

Note de M. *Marcel Delépine*, Sur les bases quinoléiques :

Page 965, ligne 9, *au lieu de* $C^6H^4 \begin{matrix} \diagup CH - CH \\ \quad\quad\quad | \\ \diagdown Az - C.CH \end{matrix}$; *lisez* $C^6H^4 \begin{matrix} CH - CH \\ \quad\quad\quad | \\ Az - C.CH^3 \end{matrix}$.

Même page, ligne 25, *au lieu de* $9^{Cal},1$, *lisez* $9^{Cal},4$.

Même page, ligne 27, *au lieu de* 6 pour 100, *lisez* 6 pour 1000.

Page 966, ligne 22, *au lieu de* $+0^{Cal},23$, *lisez* $-0^{Cal},23$.

Note de M. *Henneguy*, Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles :

Page 978, 1re ligne, *supprimez le mot* avec.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 12 AVRIL 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Aimé Girard*, Membre de la Section d'Économie rurale, décédé le 12 avril.

Les obsèques auront lieu le vendredi 15 avril.

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

M. **Th. Schlœsing** ajoute :

« M. Aimé Girard était, dans l'Académie, le représentant le plus autorisé des industries chimiques et agricoles. Après des travaux de Science

pure très estimés, il avait été nommé professeur de Chimie industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers, en remplacement de Payen. Son enseignement devint dès lors le but dominant de ses efforts. Affable et gai, loyal, d'un entier désintéressement, il avait tout le nécessaire pour forcer l'entrée des usines; les industriels chez qui il pénétrait, tant en France qu'à l'étranger, devenaient et restaient ses amis; ils lui livraient une foule de renseignements inédits dont il enrichissait ses attrayantes leçons; en retour, M. Aimé Girard leur prodiguait les conseils suggérés par son expérience et ses propres travaux. En peu d'années, ses belles recherches sur les fibres végétales, le blé, les farines, les sucres, les boissons avaient fait de lui la première autorité, souvent consultée par nos gouvernants, dans les grandes industries du papier, de l'alcool, du sucre, de la meunerie, de la boulangerie.

» L'étude des produits du sol mène à celle de leur production; dans cette nouvelle voie, M. Aimé Girard a rendu d'éclatants services et, après ses recherches sur le développement et la culture de la betterave et de la pomme de terre, il avait conquis, parmi les agriculteurs, la même situation, les mêmes sympathies dont il jouissait dans le monde industriel.

» Affaibli, dans ces dernières années, par de fréquents assauts de la maladie, attristé par des deuils répétés, il a continué néanmoins son courageux labeur; la mort l'a pris pendant qu'il appliquait aux blés de diverses origines les procédés nouveaux d'analyse qui ont été l'objet de sa récente et dernière Communication à l'Académie. C'est maintenant qu'on peut mesurer, par le vide qu'il laisse, la place qu'il occupait dans les Sociétés savantes et les Conseils dont il faisait partie. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations relatives à l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone et à l'influence chimique de la lumière. — Travail préliminaire qui détermine les réactions;* par M. **Berthelot**.

« J'ai fait quelques observations relatives à l'action que l'oxygène exerce sur le sulfure de carbone, à la température ordinaire et sous l'influence de la lumière. Cette action soulève divers problèmes généraux de Mécanique chimique.

» En effet, on sait comment l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone s'exerce directement, à partir de la température de 200° environ, avec inflammation. En présence d'un excès d'oxygène et provoquée par

une étincelle, elle est immédiate, explosive; la totalité du composé se changeant en acides carbonique et sulfureux, c'est-à-dire dans les produits qui répondent à ce maximum thermique vers lequel tend toute réaction chimique.

» Mais l'oxydation du sulfure de carbone s'effectue-t-elle dès la température ordinaire, en général? ou dans des conditions spéciales? d'une façon complète ou partielle? avec formation des produits d'une combustion totale, ou intermédiaire? Ce sont là des questions d'autant plus intéressantes qu'elles comprennent celle de la nécessité d'un travail préliminaire, susceptible de déterminer l'action chimique, lorsque celle-ci dégage par elle-même de la chaleur : c'est ce travail préliminaire dont j'ai mis le rôle en évidence depuis longtemps et dont l'étude a fait depuis, sous des dénominations diverses, l'objet des recherches de beaucoup de chimistes et de physiciens. Le cas de l'oxydation du sulfure de carbone mérite d'autant plus notre attention que le travail préliminaire, accompli sous l'influence de la lumière, dépend de son intensité, non seulement comme grandeur, mais comme existence même.

» En fait, les expériences que j'ai réalisées et que je vais résumer établissent, en premier lieu, que l'oxydation directe et exothermique du sulfure de carbone gazeux par l'oxygène dilué n'a pas lieu d'une façon appréciable à la température et à la pression ordinaires, sous l'influence de la lumière diffuse, agissant dans une pièce bien éclairée, même dans l'espace d'une année. Il est donc établi tout d'abord, dans le cas présent, qu'une telle oxydation exige un certain travail préliminaire.

» Or il en est tout autrement, comme on sait, dans le cas de la plupart des réactions photochimiques. Par exemple, l'union du chlore et de l'hydrogène, pour former le gaz chlorhydrique, commence déjà à s'opérer sous l'influence de la lumière diffuse la plus faible et elle croît avec l'intensité de l'éclairage, ainsi que l'ont constaté Gay-Lussac et Thenard. On connaît les études approfondies de Bunsen à cet égard. L'oxydation du sulfure de carbone, au contraire, n'a pas lieu sous de faibles intensités lumineuses. Dans le cas de cette oxydation, je rappellerai qu'un travail préliminaire analogue est susceptible d'être accompli par le concours des énergies calorifiques, c'est-à-dire par une élévation convenable de température, telle que celle qui porte le mélange combustible vers 200° (et probablement dès une température moins élevée). Il en est de même, comme on sait, d'un grand nombre d'autres oxydations, provoquées par les énergies calorifiques.

» Mais ici, je le répète, il s'agit d'un travail préliminaire accompli, à la température ordinaire, sous l'influence des énergies lumineuses. Or celles-ci ne deviennent efficaces, dans le cas du sulfure de carbone, que si l'on recourt à une lumière suffisamment intense, telle que celle de la radiation solaire directe, radiation dont la composition spectroscopique ne diffère guère de celle de la lumière diffuse ; la différence résidant surtout dans l'intensité. En fait, et j'y insiste, ce que la lumière diffuse n'a pas fait au bout d'une année, la radiation solaire directe le détermine au bout de quelques heures, et même presque immédiatement. Cependant, le développement de l'oxydation, dans ces conditions, est lent — quoiqu'il s'agisse d'un système homogène entièrement gazeux — et il se poursuit d'une façon progressive, en formant à la fois des gaz et des solides. Il est d'ailleurs incomplet, c'est-à-dire qu'il n'atteint pas tous les degrés d'une oxydation totale, et il demeure partiel, même au bout d'une année.

» Analysons plus en détail ces divers phénomènes. L'action déterminante, que la lumière solaire met en jeu dans l'oxydation du sulfure de carbone, représente un effet très général, celui de la lumière pour provoquer les oxydations; effet si manifeste en photographie et dans une multitude de réactions chimiques, d'ordre minéral ou organique. Dans le cas particulier que nous examinons, l'action n'a pas lieu dans l'obscurité et elle est congénère de celle que la lumière exerce, tant sur le sulfure de carbone pur, que sur le soufre mis en présence du sulfure. En effet, on sait que le sulfure de carbone pur, sous l'influence de la lumière, est décomposé partiellement en soufre libre et sous-sulfure brun marron, étudié par Loew et Sidot. On sait également que le soufre dissous dans le sulfure de carbone se précipite à l'état de soufre insoluble sous l'influence de la lumière solaire (Lallemand); ou bien encore, d'après mes propres recherches, sous l'influence de la lumière électrique. Ce sont des phénomènes analogues qui se produisent sur un mélange de sulfure de carbone et d'air : avec cette différence essentielle qu'il y a, dans le dernier cas, oxydation, c'est-à-dire fixation d'oxygène, ainsi que je l'établirai plus loin. Cette oxydation lente n'arrive pas d'ailleurs à son terme; mais, comme il arrive en général dans les cas de cet ordre, elle s'arrête à des produits incomplets et en partie polymérisés. En effet, on observe la production simultanée de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, du soufre libre, d'un oxysulfure de carbone fixe, c'est-à-dire à formule condensée, et des sulfates alcalins (formés avec le concours des alcalis du verre).

» La réaction photochimique actuelle offre à cet égard quelque analogie

avec l'action de l'effluve électrique. Cependant elle n'est pas accompagnée, comme cette dernière, par une fixation notable d'azote libre sur le sulfure de carbone. J'ai vérifié cette différence, tant en opérant avec un mélange d'air et de sulfure de carbone, qu'avec un mélange gazeux d'azote pur et de sulfure de carbone, exposé pareillement à l'action de la radiation solaire directe : tout au plus reconnaît-on des traces d'une semblable fixation.

» Non seulement l'oxydation du sulfure de carbone, sous l'influence de la lumière, ne donne pas lieu uniquement à des produits extrêmes, mais elle est partielle; un cinquième seulement de l'oxygène présent étant consommé au bout d'une année, tandis que les quatre cinquièmes de cet élément subsistent, en présence de plus des deux tiers du sulfure de carbone inaltéré.

» Ce caractère partiel de la réaction n'est pas attribuable à un équilibre chimique proprement dit entre les composants et leurs composés, demeurés en présence : il est dû, en réalité, à un changement purement physique des conditions du phénomène, car il s'explique par ce que les produits formés tout d'abord constituent à la surface intérieure du verre des ballons, qui contiennent le mélange, une couche susceptible d'arrêter les radiations qui les ont produites, en les absorbant; conformément à une loi bien connue des actions photochimiques, loi dont les analogues se retrouvent dans bien d'autres phénomènes, notamment, en Physiologie, dans l'étude des venins et des toxines.

» Ainsi l'oxydation du sulfure de carbone est déterminée à la température ordinaire par le travail préliminaire des énergies lumineuses.

» Mais, ainsi que je l'ai dit en commençant, on observe dans cette réaction une circonstance fondamentale, à savoir que ce travail préliminaire exige, pour commencer, l'intervention d'une radiation lumineuse suffisamment intense, telle que celle de l'action solaire directe. Celle-ci provoque le phénomène en quelques heures, et le commence même presque immédiatement; tandis que la lumière diffuse ne donne lieu à aucun effet appréciable, *même au bout d'une année*. L'effet n'est donc pas simplement proportionnel à l'intensité lumineuse, contrairement à ce qui arrive pour la combinaison du chlore et de l'hydrogène.

» Ce sont là d'ailleurs des circonstances qui se présentent lors de l'exercice de toutes les énergies susceptibles de déterminer l'action chimique. Ainsi les énergies calorifiques ne commencent à intervenir qu'à partir d'une certaine température, variable suivant les cas, depuis des

températures voisines de $-200°$ jusqu'à la température rouge et au delà. Les énergies électriques donnent lieu à la même observation, ainsi que je l'ai établi notamment pour les formations de l'ozone et des oxydes de l'azote, aux dépens de l'air soumis à l'influence des effluves [1].

» Les faits que j'expose en ce moment montrent que les énergies lumineuses se conforment au même principe.

» On peut assimiler l'effet de ces différentes énergies dans les réactions exothermiques à celui d'un agent mécanique, employé pour déterminer par traction la rupture d'un solide : il faut que la tension dépasse les limites d'élasticité pour produire une déformation permanente du système. Cette conclusion s'applique même aux systèmes liquides, comme le montrent, soit les phénomènes de sursaturation, de surfusion, de retard dans l'ébullition; soit les phénomènes relatifs à la dilatation forcée des liquides, maintenus dans un vase qu'ils continuent à remplir entièrement et à volume sensiblement constant, pendant une certaine période de leur refroidissement [2].

» Je vais préciser ces notions générales, en résumant mes observations.

» On prend un ballon de $2^{lit},5$ à 3^{lit}, rempli d'air; on y introduit une ampoule scellée, contenant un poids de sulfure de carbone voisin de 1^{gr}, poids susceptible de se vaporiser entièrement dans la capacité du ballon, à la température de 15° : il y occupe environ $\frac{1}{3}$ de litre, avec sa tension normale. L'oxygène de cet air ne serait pas d'ailleurs suffisant pour une oxydation totale, laquelle exigerait environ 5^{lit} d'air.

» Cela fait, on étrangle le col du ballon; on le laisse refroidir, on le scelle à la lampe, et l'on brise l'ampoule par des secousses ménagées.

» On a préparé trois ballons de ce genre, le 18 mars 1897. Deux ont été placés sur une table du laboratoire, en un endroit bien éclairé, mais que les rayons solaires directs ne pouvaient pas atteindre. Le troisième a été déposé sur le toit du laboratoire, de façon à recevoir au contraire l'action directe du soleil (sauf les radiations absorbées par le verre, bien entendu).

» L'expérience a été continuée jusqu'au 31 mars 1898 et j'en ai examiné les produits.

» **1.** Ballon conservé dans un endroit bien éclairé, mais à l'abri des radiations solaires directes. $CS^2 = 1^{gr},055$. — Au bout d'une année, la surface intérieure était restée nette et transparente. Pas trace de soufre déposé. On extrait un certain volume de gaz. Pas d'acide carbonique. On absorbe la vapeur du sulfure de carbone avec un fragment

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 443.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXX, p. 232; 1850.

de potasse imbibé d'alcool; puis on élimine les vapeurs d'eau et d'alcool par SO^4H^2.

Composition du gaz restant........	O = 20,7
	Az = 79,3

» 2. Ballon semblable, traité de même. $CS^2 = 1^{gr},14$. Ni soufre libre, ni CO^2.

Composition du gaz restant........	O = 20,9
	Az = 79,1

Moyenne........	O = 20,8
	Az = 79,2
	100,0

» D'après ces analyses, l'oxygène n'a été absorbé d'une façon appréciable; ni le sulfure de carbone altéré sous l'influence de la lumière diffuse, continuée pendant une année.

» Je suis arrivé au même résultat en opérant avec le thiophène, C^4H^4S, au lieu de sulfure de carbone; $2^{gr},086$ de ce composé ayant été placés dans un ballon de $2^{lit},5$ plein d'air, conservé dans le même laboratoire, à la lumière diffuse. Au bout d'une année, l'air intérieur a offert la composition suivante : O = 20,9; Az = 79,1.

» 3. Ballon semblable, de $2^{lit},5$, contenant du sulfure de carbone et de l'air, exposé à la radiation solaire directe sur un toit. L'air circulait librement tout autour du ballon. $CS^2 = 1^{gr},070$. — Il s'est formé, dès les premiers heures d'insolation, à la surface intérieure du ballon, un dépôt blanchâtre, ou blanc jaunâtre, qui a augmenté progressivement. Au bout d'une année, j'ai analysé les gaz et les produits solides.

Gaz..................	CO^2 =	1,5
	CS^2 =	8,5
	CO =	2,3
	O =	14,7
	Az =	72,0
	Vapeur d'eau =	1,0
		100,0

Température......	10°	au moment de la clôture du ballon.
Pression..........	$0^m,766$	
Volume intérieur du ballon..............................		$2^{lit},50$

» Ainsi, il subsistait une dose considérable de sulfure de carbone : soit, d'après le rapport entre sa tension et celle de l'azote dans le gaz final : $0^{gr},761$. Il en a disparu $0^{gr},309$; un peu moins du tiers.

» Le rapport entre l'azote et l'oxygène dans le gaz final était 72,0 : 14,7, au lieu du rapport de l'air normal : 72,0 : 19,0. Il en résulte une absorption de 4,3 centièmes d'oxygène; soit pour 100 volumes d'air pur : 4,7 centièmes de l'oxygène initial; c'est-à-dire pour $2^{lit},50$ d'air, renfermant un centième de vapeur d'eau, 116^{cc} d'oxygène. D'après les pressions et températures observées, cela fait $0^{gr},160$. La formation de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone ayant consommé $0^{gr},028$ de cet oxygène,

le surplus a été employé sous d'autres formes : une petite quantité ayant concouru à former un oxysulfure solide, dont il va être question, et le surplus, soit 0gr, 132, ayant constitué des sels fixes, sulfates et carbonates, aux dépens des alcalis du verre du ballon, sels susceptibles d'ailleurs d'être constatés consécutivement.

» D'autre part, l'acide carbonique libre et l'oxyde de carbone contiennent une dose de carbone égale sensiblement au tiers de celle du sulfure de carbone inaltéré ; c'est-à-dire qu'ils représentent 0gr, 251 de sulfure de carbone détruit, dont le soufre se retrouve, en partie à l'état libre, en partie à l'état de sulfate.

» Passons à l'examen des *matières solides :*

» La substance blanchâtre, qui tapisse le ballon, y adhère fortement. Chauffée dans un tube fermé par un bout, elle développe une odeur alliacée, du soufre, qui se volatilise, et une matière charbonneuse, qui reste au fond du tube.

» On a traité la substance blanchâtre par du sulfure de carbone : une grande partie s'est dissoute, la majeure partie est demeurée insoluble et amorphe.

» Je rappellerai ici que le soufre dissous dans le sulfure de carbone se change en soufre insoluble, sous l'influence de la lumière solaire. Mais cette substance est ici mélangée avec un sous-sulfure de carbone rouge brun, produit sous la même influence, aux dépens du sulfure de carbone lui-même. La majeure partie du soufre résultant de la destruction du sulfure de carbone demeure ainsi adhérente au vase, tandis qu'une portion plus faible entre en dissolution.

» L'évaporation spontanée lente (dans un vase profond) de la liqueur sulfocarbonique a laissé des granules sphéroïdaux amorphes, hérissés de fines aiguilles, et renfermant quelques traces de sous-sulfure rouge brun : le tout pesait 0gr, 15.

» On l'a introduit dans un tube de verre que l'on a scellé, après y avoir fait le vide avec la trompe à mercure, et qu'on a chauffé au rouge sombre avec précaution. On a obtenu ainsi :

	gr
Soufre sublimé	0,104
Matière charbonneuse, recueillie autant que possible	0,030
Acide carbonique	0,0024
	0,1364
Sulfure de carbone et substances non dosées	0,0136

» On voit que ce produit renfermait à l'état combiné du soufre, du carbone et de l'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse;* par M. BERTHELOT.

« On sait que Liebig a proposé de doser l'oxygène dans les mélanges gazeux en l'absorbant au moyen du pyrogallate de potasse : ce procédé très commode et expéditif est demeuré en usage, quoique moins exact

que l'analyse par détonation. Son principal défaut consiste dans la formation simultanée d'une petite quantité d'oxyde de carbone ([1]), d'abord méconnue. D'après les observations des auteurs, elle s'élève dans certaines conditions jusqu'à 3 et 4 centièmes du volume de l'oxygène absorbé, pour tomber dans d'autres à 1 centième et même à 0,6; sans que les conditions qui président à ces variations soient connues. Ayant eu occasion de doser l'oxygène dans divers mélanges gazeux, j'ai repris l'étude de cette réaction; j'ai déterminé les rapports exacts entre les proportions d'acide pyrogallique, de potasse employés et la proportion d'oxygène absorbé, ce qui n'avait pas été fait, et j'ai reconnu dans quelles conditions il convient d'opérer pour réduire la dose d'oxyde de carbone produite au minimum, au millième par exemple du volume de l'oxygène absorbé. J'ai d'ailleurs mis en œuvre concurremment un absorbant qui ne produit pas d'oxyde de carbone, à savoir le protochlorure de chrome, que l'on obtient aujourd'hui facilement. Toutefois ce dernier offre un autre inconvénient : celui d'exercer, surtout en solution ammoniacale, une action spécifique sur les carbures d'hydrogène non saturés.

» Mes expériences sur le pyrogallate de potasse ont consisté à opérer avec des dissolutions, tantôt presque saturées, tantôt diluées, de pyrogallol et de potasse, voire même avec la potasse solide, et à employer ces deux composés dans des rapports équivalents exacts, et variés depuis $\frac{1}{2}$ équivalent de potasse jusqu'à 3 équivalents, et au delà, à la température ordinaire et à une température supérieure. J'ai déterminé les doses limites d'oxygène absorbées dans ces diverses conditions, les doses d'oxyde de carbone formées, la vitesse d'absorption de l'oxygène, et enfin la proportion d'oxyde de carbone produite non seulement dans les réactions arrivées à leur limite, mais encore dès leur début.

» (1). $C^6H^6O^3 = 126^{gr} +$ eau $= 400^{cc}$ | $5^{cc},0$ soit E
KOH : $56,1 \times 9$ ou $504^{gr},9 +$ eau $= 1000^{cc}$ | $5^{cc},0$ soit 3,6E

» On mêle les deux liqueurs à volumes égaux sur le mercure, à la température de 12°, et l'on introduit dans le vase, d'un seul coup, 500^{cc} d'oxygène pur.

» Les $\frac{4}{5}$ environ sont absorbés très rapidement. L'action se ralentissant ensuite, on conserve les produits en présence pendant une semaine, afin

([1]) Calvert, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 873; Cloez, p. 875; Boussingault, p. 885; 1863.

de laisser l'action se terminer. Cela fait, on dose l'oxygène restant avec le chlorure chromeux; puis l'oxyde de carbone, à l'aide du chlorure cuivreux acide : il reste une petite quantité d'azote préexistant. Le volume de l'oxygène absorbé est égal à 462gr : ce qui fait, toutes corrections exécutées, 0gr,620, soit 49gr,5 pour 1 molécule $C^6H^6O^3$, c'est-à-dire 3 atomes d'oxygène sensiblement.

» On voit qu'il s'agit d'une transformation définie, dont les produits d'ailleurs sont mal connus jusqu'ici.

» D'après ces données, la solution de pyrogallol a absorbé 92 fois son volume d'oxygène; cette absorption s'étant accomplie très rapidement sur les $\frac{8}{9}$ de cet oxygène.

» Le volume de l'oxyde de carbone obtenu a été trouvé égal à 6cc,1; soit 1,32 centième ou $\frac{1}{75}$ du volume de l'oxygène absorbé, c'est-à-dire, en atomes : $\frac{CO}{25}$ pour O.

» (2). *Influence d'une addition progressive d'oxygène.* — Même expérience, mêmes proportions : seulement l'oxygène a été ajouté par fractions successives de 45cc. A la fin, 452cc d'oxygène ont été absorbés; CO formé = 6cc,25. Soit, tout calcul fait, pour $C^6H^6O^3$: O absorbé = 48gr,5.

» L'action, opérée d'un seul coup ou par fractions successives, donne donc les mêmes résultats.

» (3). *Influence de la température.* — On pèse dans des ampoules les mêmes solutions, suivant les rapports exacts $C^6H^6O^3$: 3KOH; on place les ampoules scellées, dans un ballon que l'on remplit d'oxygène (en excès) et que l'on ferme à la lampe; on dispose le ballon dans un bain-marie maintenu à 62°; puis on brise les ampoules par des secousses convenables. Au bout de deux minutes de réaction, on enlève le ballon, on le refroidit et l'on analyse les gaz.

» On a trouvé, en faisant le calcul pour $C^6H^6O^3$,

O absorbé 46gr

» L'oxyde de carbone dégagé s'élevait à 1,3 centième du volume de l'oxygène absorbé.

» La réaction à 62° est donc sensiblement la même qu'à la température ordinaire; ce qui montre qu'elle n'est pas modifiée quant à sa limite par l'élévation de température qui l'accompagne. Dans les conditions des analyses, cette élévation de température joue cependant un rôle important; car elle accélère l'absorption de l'oxygène.

» (4). *Vitesse de la réaction* (potasse plus ou moins diluée).

1re $C^6H^6O^3$ (même liqueur concentrée) : 3KOH. Oxygène ajouté d'un seul coup en excès.

KOH (9 équiv. = 1^{lit}). — Volume absorbé.		(1 équiv. = 1^{lit}).	
Après deux minutes	51cc	Après deux minutes	47cc absorb.
Troisième-quatrième minutes	28	Troisième minute	18
Cinquième minute	4	Quatrième minute	9
Sixième minute	1	Cinquième minute	5
Les quatre minutes suivantes	2	Les huit minutes suiv.	4
Les vingt minutes suivantes	0,5	Les huit minutes suiv.	1
Seize heures	2,5	Vingt-quatre heures	2
	89,0		86
CO	1,3	CO	1,3
	90,3		87,3

» La dilution inégale de l'alcali dans le rapport de 1 : 9 n'a donc modifié sensiblement ni la limite, ni la vitesse relative de la réaction.

» Tout calcul fait : Oxygène absorbé pour $C^6H^6O^3 = 48^{cc},5$ et $47^{gr},3$.

» Dans les deux cas, CO forme 1,5 centième du volume de l'oxygène absorbé.

» Il est digne d'intérêt que la différence de concentration de la potasse ait eu si peu d'influence sur la vitesse de l'absorption. En tout cas, les nombres donnent une idée de la marche générale de l'oxydation; mais les conditions d'agitation, de mélange, de température, de refroidissement, etc. sont trop peu uniformes pour que l'on puisse essayer d'en déduire une loi régulière.

» On voit cependant qu'au bout de deux minutes la dose d'oxygène absorbée s'élevait déjà à plus de moitié de la dose totale; au bout de trois minutes, aux deux tiers, etc.

» L'influence de la dilution s'est manifestée cependant d'une façon plus marquée dans l'expérience suivante.

» (5). *Influence de la dilution.* — Mêmes rapports que dans la seconde colonne ci-dessus.

$C^6H^6O^3$ quatre fois aussi étendue	E
KOH quatre fois aussi étendue	3E

» On ajoute l'oxygène par fractions successives de 40^{cc}. L'action est plus lente.

» Au bout de vingt-quatre heures, on a trouvé

» Pour $C^6H^6O^3$:

O absorbé	50^{gr}
CO dégagé............	2,0 centièmes du volume de l'oxygène absorbé.

» (6). *Proportions relatives de pyrogallol et de potasse.* — On a signalé plus haut les résultats obtenus par les rapports $C^6H^6O^3:3KOH$. Voici pour un seul équivalent de KOH :

$C^6H^6O^3$ (liqueur concentrée) + KOH (1 équivalent = 1^{lit}).

Au bout de trois heures : O absorbé = 344^{cc}; c'est-à-dire, tout calcul fait, pour $C^6H^6O^3$: O = $46^{gr},8$. CO produit = $5^{cc},7$, c'est-à-dire 1,66 centième de l'oxygène absorbé.

» On voit que la réaction est sensiblement la même avec 3KOH, ou avec 1KOH : ce qui est très remarquable.

» (7) $C^6H^6O^3$ (liqueur concentrée) + $\frac{1}{2}$KOH (1 équivalent = 1^{lit}). Il se produit un composé cristallisé, peu soluble. Au bout de deux jours et demi, on trouve : O absorbé = 175^{cc}; soit, tous calculs faits, pour $C^6H^6O^3$, O = $23^{gr},8$. C'est la moitié de l'absorption réalisée avec 1KOH. Les choses se passent comme si la moitié seulement du pyrogallol était entrée en réaction.

» CO produit simultanément = $6^{cc},4$, c'est-à-dire 3,66 centièmes de l'oxygène absorbé. Ainsi la proportion relative de l'oxyde de carbone augmente quand l'alcali est insuffisant.

» Une autre expérience semblable a fourni 184^{cc} d'oxygène, c'est-à-dire O = $24^{gr},5$.

» (8) *Production de l'oxyde de carbone aux diverses périodes de l'oxydation* :

$C^6H^6O^3$ (126^{gr} = 400^{cc})............	$10^{cc},2$; soit E,
KOH ($504^{gr},9$ = 1^{lit})...............	10,3 ; soit 3,75 E.

Ce mélange est susceptible d'absorber 900^{cc} d'oxygène environ. On y ajoute d'abord 102^{cc} d'oxygène.

» Au bout de trois minutes, l'absorption étant presque totale, on sépare le résidu, soit $0^{cc},3$. Ce résidu contient

CO 0,1;

c'est-à-dire que le rapport de l'oxygène absorbé d'abord à l'oxyde de carbone produit est égal à un millième seulement.

» On ajoute à la liqueur 103^{cc} d'oxygène. Après quelques secondes :

Résidu gazeux	0,15,
CO	0,1.

Même conclusion.

» On ajoute alors à la liqueur 301^{cc} d'oxygène.

» Le résidu, formé à peu près en totalité d'oxyde de carbone, s'élève à 5^{cc},3; soit 1,77 centième du volume de l'oxygène absorbé.

» On ajoute un excès d'oxygène, de façon à compléter la réaction. Le résidu, après séparation de l'excès d'oxygène par le chlorure chromeux, donne une dose d'oxyde de carbone représentant 1,70 du volume de l'oxygène absorbé.

» Le rapport moyen des quatre déterminations entre l'oxygène absorbé et l'oxyde de carbone produit est 1,35 centième, c'est-à-dire le même que dans les absorptions effectuées d'un seul coup.

» Il résulte de ces expériences que, pour ne donner naissance qu'à des quantités négligeables d'oxyde de carbone, l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse doit être effectuée en présence d'un excès notable de potasse et avec une dose de pyrogallol capable d'absorber, pour être saturée, quatre à cinq fois autant d'oxygène que le mélange mis en expérience en renferme.

» On réalise ces conditions avec une solution très concentrée, capable d'absorber par exemple quatre-vingt-dix fois son volume d'oxygène, employée sous un volume supérieur au vingtième du volume gazeux analysé. Après l'avoir introduite dans les tubes destinés à l'analyse, on y ajoute soit de la potasse en solution aqueuse saturée; soit, et mieux, de petites pastilles de potasse solide, en proportion convenable, lesquelles se dissolvent rapidement dans la liqueur et déterminent, en quelques minutes, l'absorption complète de l'oxygène.

» Ces expériences donnent lieu à une autre observation, qui n'est pas sans intérêt pour la connaissance même de la réaction chimique, accomplie par le fait de la fixation de l'oxygène sur le pyrogallate de potasse. En effet, il résulte des faits observés que la réaction est la même pour des dilutions extrêmement différentes et qu'elle donne lieu à une même absorption d'oxygène, soit à 10°, soit à 62°; c'est-à dire qu'elle demeure la même entre des limites de température très étendues. Elle est également la même depuis 1 équivalent de potasse jusqu'à 3 équivalents, et plus; tandis qu'au-dessous d'un équivalent, elle est proportionnelle au poids de la potasse. Enfin, quand elle atteint sa limite, elle produit une fixation de

3 atomes d'oxygène; ce qui répond à la formule $C^6H^5KO^6$, ou plus simplement, en faisant abstraction du potassium : $C^6H^6O^6$. Ces rapports représentent soit la formule du composé résultant, soit celle des produits de sa décomposition, telle que celle d'un oxyquinon, $C^6H^4O^5$, formé avec séparation de H^2O. Ce corps peut être isolé, en agitant la liqueur avec de l'éther après l'avoir rendue acide. J'y reviendrai. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La viande et l'amidon comparés au sucre, au point de vue de la valeur nutritive, chez le sujet qui travaille.* Note de M. CHAUVEAU.

« Jusqu'à présent, dans mes expériences, la graisse seule a été comparée au sucre, comme aliment de force, au point de vue de la valeur nutritive [1]. C'est, du reste, la comparaison qui importait surtout au but scientifique visé par ces expériences : savoir si la valeur nutritive des aliments, chez le sujet qui travaille, dépend de leur aptitude à fournir le glycogène dépensé par le muscle dans l'exécution de son travail physiologique, plutôt que de la valeur énergétique de ces aliments. Grâce à l'écart considérable existant entre leurs chaleurs de combustion, le sucre et la graisse se prêtent mieux que toute autre substance à la poursuite de ce but. Cet écart est tel (1:2,37) que les résultats de la comparaison de la valeur nutritive du sucre et de la graisse ne peuvent manquer d'être tout à fait démonstratifs. De fait, ceux qui ont été obtenus dans mes expériences ont été des plus caractéristiques. Il est apparu, avec la plus grande évidence, qu'il n'existe aucun rapport entre la valeur nutritive du sucre et de la graisse et la chaleur de combustion que peuvent développer respectivement ces deux substances alimentaires. Quand on les substitue l'une à l'autre dans une ration, il n'y faut pas employer les proportions dites *isodynames*, si l'on veut obtenir les mêmes effets nutritifs. La loi des substitutions est autre et surtout plus complexe. Elle est réglée, d'un côté, par l'aptitude des aliments comparés à entretenir les réserves de glycogène dans l'économie animale, d'un autre côté, par l'influence indirecte qu'ils exercent sur l'assimilation des autres éléments pris concurremment, ainsi que sur le processus de la désassimilation ; peut-être encore par d'autres interventions, également d'ordre secondaire comme cette dernière. C'est la première de ces influences qui paraît être de beaucoup la plus active et la plus importante.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1070 et t. CXXVI, p. 795.

» En partant de ces données on peut prévoir ce qui arrivera de la comparaison du sucre avec ceux des autres aliments qui jouent le plus grand rôle dans la constitution des rations, tels que les albuminoïdes et l'amidon.

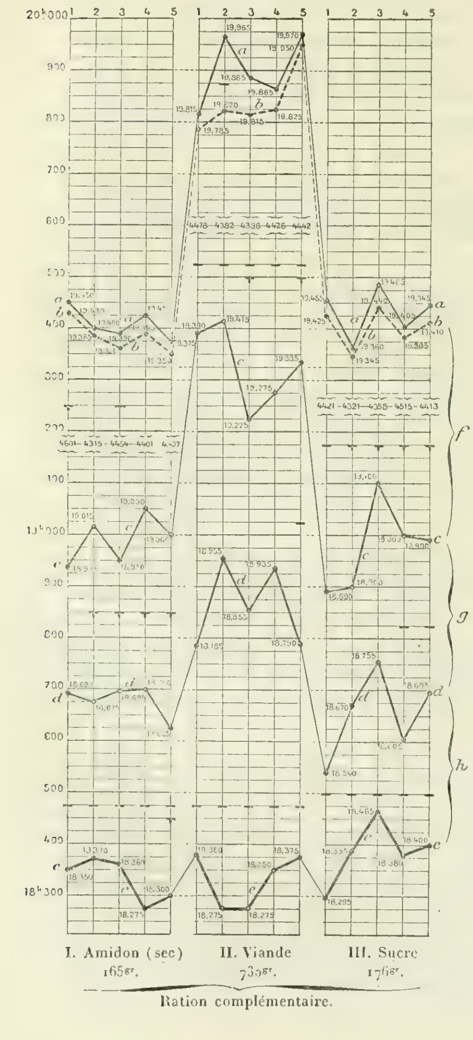
» Ainsi, la viande crue, type des albuminoïdes alimentaires, se trouve, d'une part, dans les meilleures conditions pour s'assimiler en nature. D'autre part, elle peut se transformer en glycogène, dans la proportion de 0,815 pour 1 d'albumine sèche : et cela par un processus d'hydratation (Arm. Gautier) qui produit de la graisse (tripalmitine), avec formation directe d'une petite quantité d'hydrate de carbone, lequel processus est suivi d'une oxydation incomplète de la matière grasse (A. Chauveau), transformant celle-ci complètement en hydrate de carbone. Ce n'est là qu'une hypothèse. La transformation s'effectue peut-être par d'autres processus plus ou moins avantageux. Mais avec toutes les hypothèses possibles, la viande, substituée au sucre dans une ration de travail, en proportion à peu près isodyname, s'annonce à l'avance avec une valeur nutritive peu éloignée de celle du sucre que la viande remplace.

» Avec l'amidon, les choses se passent plus simplement. Son aptitude à se fixer dans le muscle sous forme de glycogène ne peut qu'être très rapprochée de celle de la saccharose employée à dose isoénergétique. On peut donc s'attendre à ce que l'amidon, substitué en cette proportion au sucre, dans une ration de travail, se montrera doué à peu près de la même valeur nutritive.

» La vérification de ces prévisions exigerait des comparaisons multipliées, que les circonstances ne me permettent pas de faire maintenant. Toutefois, j'ai obtenu déjà, sans les chercher spécialement, quelques résultats intéressants. Je vais les faire connaître de suite, parce qu'ils pourront concourir à la clarté des démonstrations que, sur d'autres points, j'aurai à faire plus tard, avant d'avoir pu rendre ces résultats plus complets et plus certains.

» EXPÉRIENCE. — Il s'est rencontré, au cours de mes expériences avec travail sur la chienne employée à la comparaison de la valeur nutritive des aliments, que l'animal a reçu quotidiennement pendant une période de quinze jours, avec la ration fondamentale de 500^{gr} de viande, une ration complémentaire de 165^{gr} d'amidon sec, ou 730^{gr} de viande dégraissée, ou 176^{gr} de sucre. Ce sont là des rations à peu près isodynames, d'une part, et, d'autre part, capables de pourvoir presque également bien au remplacement du glycogène consommé par le travail musculaire. Toutefois, de ce dernier côté, il y avait une certaine infériorité de la ration constituée exclusivement par de la viande, mais avec compensation probable provenant de ce que la richesse de cette ration en albuminoïdes favorisait sans doute l'assimilation en nature d'une plus grande quantité de ces substances.

Graphique des résultats de l'expérience sur l'aptitude respective de l'amidon, de la viande et du sucre à entretenir le sujet qui travaille.



a, b, c, d, e. Courbes des poids du sujet :

a. Après le repas.

b. Avant le travail.

c. De suite après le travail.

d. Sept heures et demie après le travail.

e. Dix-neuf heures et demie après le travail.

f. Intervalle entre la courbe *b* et la courbe *c*, représentant les pertes de poids subies par le sujet pendant la période de travail (durée : deux heures, de 9h30m à 11h30m du matin).

g. Intervalle entre la courbe *c* et la courbe *d*, représentant les pertes de poids pendant la première période de repos après le travail (durée : sept heures et demie, de 11h30m du matin à 7h du soir).

h. Intervalle entre la courbe *d* et la courbe *e*, représentant les pertes de poids pendant la seconde période de repos après le travail (durée : douze heures, de 7h du soir à 7h du matin).

Les chiffres entre deux accolades, inscrits dans l'intervalle qui sépare le début et la fin du travail, indiquent le nombre des tours de la roue dans laquelle le sujet effectuait son parcours.

Les excrétions d'urine et de fèces qui ont eu lieu entre les pesées de la journée sont indiquées par les signes en tirets simples (urine) ou en tirets avec appendice vertical (fèces).

Ce graphique est extrait d'un ensemble commencé le 5 mars 1897 et continué, sans aucune interruption, jusqu'au 14 mars 1898. Il donne un échantillon du procédé appliqué à la comparaison, jour par jour, des résultats obtenus dans les recherches spécialement consacrées à l'étude de l'influence du travail sur la nutrition du sujet soumis à divers régimes alimentaires.

C'est avec les documents tirés de cet ensemble qu'ont été construits les graphiques de mes Notes du 20 décembre 1897 et du 14 mars 1898.

» Chacune des trois rations a été donnée pendant cinq jours consécutifs : d'abord viande et amidon, puis viande et viande, enfin viande et sucre.

» Le travail (chaque jour, deux heures de trot allongé dans la roue) a consisté, pendant cinq jours, en un parcours total de :

	km
Première série (viande et amidon)........	132,474
Deuxième série (viande et viande)........	132,684
Troisième série (viande et sucre).........	132,168

» C'est, pour la valeur du travail, l'identité presque absolue dans les trois cas. On la rencontre bien rarement à ce degré. Le hasard qui l'a réalisée a donc singulièrement favorisé les comparaisons que l'on voulait faire.

» Le graphique, très détaillé, qui donne les résultats de ces comparaisons est assez explicite pour dispenser de toute description. Il démontre, par les caractères de la courbe *e* (poids pris vingt-trois heures après l'administration de la ration), que *l'animal s'est entretenu à peu près également bien avec chacune des trois rations complémentaires qui ont été substituées les unes aux autres. Le sucre toutefois semble avoir eu une légère supériorité sur l'amidon et la viande.*

» En d'autres termes, *la valeur nutritive des rations complémentaires d'amidon et de viande s'est présentée comme très peu inférieure à celle de la ration complémentaire de sucre, par conséquent à peu près conforme aux prévisions fondées* 1° *sur la nécessité de la destination glycogénétique des principes immédiats ingérés par l'animal comme aliments de force,* 2° *sur l'intervention des influences capables de favoriser l'incorporation directe des albuminoïdes de la ration.*

» Il importe de remarquer qu'à prendre empiriquement les résultats de la présente étude, en les isolant de ceux qui sont donnés par la comparaison du sucre et de la graisse, on pourrait tout aussi bien rapporter la quasi-identité de la valeur nutritive, dont font preuve les trois rations complémentaires étudiées dans l'expérience actuelle, à l'identité de leur valeur énergétique. Il y a là une rencontre heureuse qui, ne se reproduisant pas dans la comparaison de la graisse et du sucre, rend à la fois plus inattaquable et plus significatif le témoignage écrasant que les résultats unanimes de cette dernière comparaison portent contre l'identification de la valeur nutritive et de la valeur énergétique des aliments.

» Je considère comme absolument impossible de faire cadrer ces derniers résultats avec la théorie des substitutions isodynames. Par contre, il ne serait pas difficile de donner aux faits qui semblent favorables à cette théorie, notamment aux plus topiques, ceux de Wolff et de Kellener, une explication physiologique conforme à la proposition qui fait dériver du glycogène musculaire, exclusivement, l'énergie employée au travail intérieur des muscles.

» Mais j'estime que toute discussion à ce sujet serait pour le moment

prématurée. Les esprits ne sont pas encore assez préparés à la réception et à l'assimilation des faits nouveaux introduits par moi dans la question. Si j'en juge par de récents exemples, le préjugé si puissant de l'isodynamisme empêche de comprendre la portée de ces faits et d'en accepter la signification inévitable, je dirai même de les connaître. Ils sont un peu victimes de la tyrannie des idées préconçues. Donc, il vaut mieux, au lieu de discuter, continuer à demander à l'expérimentation les renseignements inédits qu'elle peut encore donner pour éclairer cette question.

» En parlant, plus haut, du préjugé de l'isodynamisme, je n'ai en vue, bien entendu, que l'extension indûment donnée au fait général que ce mot exprime, c'est-à-dire l'introduction dans ce fait général de l'identité de la valeur nutritive des aliments et de leur valeur énergétique. Je suis obligé de m'élever contre cette identification. Mais je reste fidèle à l'isodynamisme vraiment légitime, celui qui repose sur les belles démonstrations de Rubner, au sujet des rapports existant entre la chaleur de combustion des aliments et la chaleur qu'ils produisent réellement quand ils sont utilisés par l'organisme animal. Sauf les corrections appelées par le mode d'utilisation des albuminoïdes, la chaleur animale résultant des combustions intraorganiques est singulièrement rapprochée de la chaleur qui serait produite par les aliments ingérés s'ils étaient brûlés dans un calorimètre. Quand on les substitue les uns aux autres, dans les rations, les modifications de la thermogénèse suivent exactement ces substitutions, et la chaleur produite reste constante si les substitutions sont faites par poids isodynames.

» Ce sont là des faits inattaquables, qui tiennent une place considérable dans la physiologie générale des êtres appartenant au règne animal. Loin d'amoindrir la valeur de la loi qui exprime ces faits, je crois l'avoir renforcée, en introduisant dans la théorie de l'énergétique biologique la notion précise du *travail physiologique*, travail auquel j'ai attribué hypothétiquement la valeur même de l'énergie fugitivement consacrée à sa création et rendue ensuite sous forme de chaleur sensible. Ce rattachement de toute production de chaleur, dans l'organisme animal, à l'exécution d'un travail physiologique quelconque, en mettant à côté de la chaleur produite le travail intérieur qui en a provoqué la production, précisait davantage la signification attribuée aux expressions *pouvoir thermogène* et *pouvoir dynamogène* des aliments. Cette dernière en acquérait plus d'extension. Elle pouvait être prise à volonté pour un synonyme ou comme un équivalent de la première. Les *substitutions isodynamiques* ou *isodynamogènes* retrouvaient

ainsi en partie, sous une forme plus correcte, la signification dont j'avais été obligé de les déposséder, en démontrant qu'il n'existe aucun rapport nécessaire entre la valeur nutritive et la valeur énergétique des aliments; mais il en existe un entre cette valeur énergétique des aliments et les *travaux physiologiques* à l'exécution desquels l'énergie est consacrée.

» Ainsi, si l'isodynamisme est en défaut dans la théorie de la valeur nutritive des aliments, ce n'est pas, comme d'aucuns le pensent, parce que d'autres processus concourent, pour une part considérable, avec celui de la combustion pure et simple, à la libération de l'énergie consacrée à l'exécution des travaux physiologiques. Quelle que soit l'importance des dédoublements avec ou sans hydratation qui s'interposent alors entre les états énergétiques initial et final du potentiel consommé, la chaleur animale s'identifie toujours, à très peu de chose près, avec la chaleur de combustion de ce potentiel. C'est à chaque instant que je vois les recherches de mes élèves appuyer l'éclatante confirmation donnée par les expériences de Rubner à la théorie générale de Lavoisier sur l'origine de la chaleur animale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Addition à une précédente Communication, concernant la théorie des formes quadratiques* (¹). Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Au point de vue de la simplicité des calculs, dans les recherches auxquelles donnent lieu les équations indéterminées de la forme

$$\Phi = mx^2 - ny^2 = \pm 1 \qquad (m \text{ et } n, \text{ entiers positifs}),$$

il existe, en faveur de la méthode que j'ai appelée *mixte*, un argument d'une certaine importance, qui n'a pu, faute d'espace, trouver place dans ma dernière Communication, et que je vais exposer rapidement.

» Comme, dans le procédé de Gauss, la période des réduites contiguës, au lieu d'avoir pour forme initiale $\Phi = |m, 0, -n|$, débute par une forme $F = |-A, B, C|$, contiguë et proprement équivalente à Φ, et dont le terme

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 991.

moyen B n'est pas nul, il s'ensuit, lorsque la réduite $f = |\pm 1, b, c|$, proprement équivalente à $|\mp mn, 0, \pm 1|$ et qui lui est substituée par Gauss, se présente à un rang i de la période (ce qui prouve la résolubilité de l'équation Φ), avec son cortège de coefficients transformateurs α_i, β_i, γ_i, δ_i, il s'ensuit, dis-je, cette conséquence que, les valeurs de ces coefficients étant substituées dans les formules

$$(1) \qquad x = \alpha_i t - (\alpha_i B + \gamma_i C)u, \qquad y = \gamma_i t + (\alpha_i A + \gamma_i B)u,$$

celles-ci fournissent, en fonction des racines indéfinies t, u de l'équation $t^2 - Du^2 = 1$, des valeurs de x et y qui satisfont à l'équation dont la forme est F, mais non pas à l'équation proposée Φ. Comme ce sont ces dernières x', y' que l'on cherche, il faut donc pour les obtenir transformer les valeurs x et y. De là résulte un calcul de plus, à ajouter aux autres, plus nombreux déjà, comme je l'ai dit, que ceux exigés par la méthode mixte.

» Un exemple ne sera pas superflu pour faire comprendre ce dont il s'agit, et je le prends *algébrique*, afin de lui donner plus de généralité.

» Soit à résoudre l'équation

$$(ma^2 + 4)x^2 - my^2 = 1$$

(c'est le problème IV, p. 869).

» Il est inutile de reproduire ici les résultats fournis par la méthode mixte; ils se trouvent p. 870 des *Comptes rendus*. Il suffit de calculer ceux que donne le procédé de Gauss, afin d'établir la comparaison entre les deux méthodes.

» On a ici

$$\Phi = |(ma^2 + 4), 0, -m|,$$

réduite à laquelle on doit, d'après Gauss, substituer, comme réduite initiale, $F = |-m, ma, 4|$, qui lui est contiguë et proprement équivalente, de même qu'à $\varphi = |1, 0, -(m^2a^2 + 4m)|$ on doit substituer

$$f = |1, ma, -4m|.$$

» Ces prémisses posées, voici le Tableau des réduites de la période et de leurs coefficients de transformation respectifs :

				h	α	β	γ	δ
F.	$-m$	ma	4	0	1	0	0	1
f_1.	4	$ma-2$	$[m(a+1)-1]$	$\frac{ma-1}{2}$	0	-1	1	$\frac{1}{2}(ma-1)$
f_2.	$[m(a+1)-1]$	$m+1$	$m(a-1)+1$	1	1	1	$\frac{1}{2}(ma-1)$	$-\frac{1}{2}(ma+1)$
f_3.	$m(a-1)+1$	$m(a-2)$	$-4m$	1	1	[illegible]	$-\frac{1}{2}(ma+1)$	$-ma$
f_4.	$-4m$	ma	1	$\frac{a-1}{2}$	[illegible]	$-a$	ma	$\frac{1}{2}(ma^2+1)$
f_5.	1	ma	$-4m$	$2ma$	$-a$	$2(ma^2+1)$	$\frac{1}{2}(ma^2+1)$	$ma(ma^2+2)$
f_6.	$-4m$	$m(a-2)$	$m(a-1)+1$	$-\frac{a-1}{2}$	$-2(ma^2+1)$	$ma^2(a-1)+2a-1$	$ma(ma^2+2)$	$-\frac{1}{2}\{m^2a^3(a-1)-3ma^2-2ma+1\}$
f_7.	$m(a-1)+1$	$m+1$	$-[m(a+1)-1]$	1	$ma^2(a-1)+2a-1$	$ma^2(a+1)+2a+1$	$\frac{1}{2}\{m^2a^3(a-1)+3ma^2-2ma+1\}$	$-\frac{1}{2}\{m^2a^3(a-1)+3ma^2+2ma+1\}$
f_8.	$-[m(a+1)-1]$	$ma-2$	4	-1	$ma^2(a+1)+2a-1$	$(2ma^3+4a)$	$-\frac{1}{2}\{m^2a^3(a+1)+3ma^2+2ma-1\}$	$m^2a^4+3ma^2+1$
f_9.	4	ma	$-m$	$\frac{ma-1}{2}$	$-(2ma^3+4a)$	$-(m^2a^4+3ma^2+1)$	$m^2a^4+3ma^2+1$	$\frac{1}{2}(m^3a^5+4m^2a^3+3ma)$
f_{10}.	$-m$	ma	4	$-2a$	$-(m^2a^4+3ma^2+1)$	$2m^2a^5+8ma^3+6a$	$\frac{1}{2}(m^3a^5+4m^2a^3+3ma)$	$-(m^3a^6+5m^2a^4+6ma^2+1)$

» Ici, où F n'a pas son terme moyen nul,

$$t_1 = \tfrac{1}{2}(\alpha_{10} + \delta_{10}),$$

et c'est par $-m$ qu'il faut diviser γ_{10} pour obtenir u_1. On trouve ainsi les mêmes résultats que par la méthode mixte (p. 870), savoir :

$$t_1 = \tfrac{1}{2}[ma^2(m^2a^4 + 6ma^2 + 9) + 2], \qquad u_1 = \tfrac{1}{2}(m^2a^5 + 4ma^3 + 3a).$$

» α_5, γ_5 ayant pour valeurs respectives $-a$ et $\frac{1}{2}(ma^2+1)$, si on les substitue dans les formules (1), celles-ci donnent

$$(2) \quad x = -[at + (ma^2+2)u], \qquad y = \tfrac{1}{2}[(ma^2+1)t + ma(ma^2+3)u]\ldots$$

» On vérifie aisément que ces valeurs, substituées avec leurs signes dans l'équation $-mx^2 + 2ma.xy + 4y^2$, dont la forme est F, la rendent identique; mais elles ne satisfont pas à l'équation proposée, dont la forme est Φ. Il reste donc à passer des valeurs ci-dessus de x et y à celles, x', y', qui satisfont à Φ. Il faut pour cela employer une transformation telle que

$$x = \alpha x' + \beta y', \qquad y = \gamma x' + \delta y',$$

α, β, γ, δ étant des coefficients indéterminés. Or, puisque F est, par sa première partie, contiguë à Φ, on doit, pour rétrograder de F à Φ, donner à ces coefficients les valeurs

$${}^1\alpha = h, \qquad {}^1\beta = 1, \qquad {}^1\gamma = -1, \qquad {}^1\delta = 0,$$

où

$$h = \frac{{}^1\mathrm{B} + \mathrm{B}}{\mathrm{A}} = \frac{0 + ma}{m} = -a,$$

ce qui donne

$$x = -ax' + y', \qquad y = -x',$$

et, par suite,

$$x' = -y, \qquad y' = x - ay.$$

Substituant dans ces dernières équations les valeurs de x et y, fournies par (2), il vient enfin, en changeant tous les signes (ce qui est permis ici, où l'on n'a plus affaire qu'à x^2 et y^2),

$$(3) \qquad \begin{cases} x' = \tfrac{1}{2}[(ma^2+1)t + ma(ma^2+3)u], \\ y' = \tfrac{1}{2}[a(ma^2+3) + (ma^2+1)(ma^2+4)u]\ldots; \end{cases}$$

ce sont précisément les valeurs trouvées par la méthode mixte; mais il a fallu, pour les obtenir, effectuer un calcul de transformation.

» Je termine par cette remarque que, s'il s'agit d'équations résolubles, où l'on veut trouver les valeurs générales de x et y qui y satisfont, c'est-à-dire les formules (3), et non plus seulement celles de t_1, u_1, t et u; comme il faut, pour les obtenir par la méthode mixte, commencer par calculer la première moitié des coefficients α et tous les coefficients δ, cette méthode n'a plus, à cet égard, autant d'avantages sur l'autre que dans le cas des équations non résolubles où les formules (3) n'existent pas; mais, par compensation, elle n'exige pas les calculs de la transformation finale que l'autre méthode rend indispensables, et la simplicité lui appartient encore, aussi complète que dans l'autre cas. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROGRAPHIE. — *Les années du grand flot de mars.* Mémoire de M. Thiébaut, présenté par M. Hatt. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du prix extraordinaire de six mille francs.)

« Les marées d'équinoxe sont, en général, considérées comme étant les plus fortes de l'année, et, à ce titre, on les utilise pour fixer la ligne de rivage de la mer et délimiter le domaine maritime. En consultant les chiffres publiés par la *Connaissance des Temps* depuis l'origine du siècle, j'ai constaté que les hauteurs relatives, ou coefficients, des marées syzygies varient notablement d'une année à l'autre et que la règle ci-dessus est sujette à quelques exceptions. Il convient donc de choisir certaines années et certaines époques, de préférence à d'autres, pour ne pas s'exposer à compromettre les intérêts du Trésor.

» Le Mémoire que je présente à l'Académie étudie, au point de vue théorique, la loi des variations des coefficients et assigne aux retours du grand flot une période dont la durée est de 9 ans environ, si l'on ne considère qu'un seul équinoxe, ou de 4 ans et demi, si l'on considère indifféremment celui du printemps ou celui d'automne. La cause principale des variations est, en effet, le mouvement du périgée lunaire, dont la révolution se fait en 8 ans et 310 jours environ.

» Au cours de l'analyse très détaillée que j'ai faite de toutes les cir-

constances du phénomène, je signale une période remarquable de 412 jours, au bout de laquelle le Soleil revient au périgée lunaire. Cette période, que j'appelle *année périgéenne,* n'est pas très éloignée, en durée, de deux autres périodes intéressantes, l'une de 413j,4, qui est celle de 14 mois lunaires ou synodiques, l'autre de 413j,3 ou de 15 mois anomalistiques. Les deux astres et le périgée lunaire se retrouvent donc à peu près dans la même situation relative après une année périgéenne.

» Deux Atlas de planches et un appareil mécanique de démonstration sont joints au Mémoire. »

M. **Ad. Schott** adresse un Mémoire, écrit en allemand, sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine, faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de* 0m,318); par MM. **Rambaud** et **F. Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Mars 23	*a*	9,5	+0. 0,21	+ 1.27,5	18:10
23	*a*	9,5	+0. 2,89	+ 2. 1,6	18:10
Avril 1	*b*	8,0	+0. 8,95	— 7.57,5	18:10
1	*b*	8,0	+0.11,58	— 7.23,9	18:10
4	*c*	6,9	+0.56,34	+11.20,2	9: 6
4	*c*	6,9	+0.57,98	+11.36,2	9: 6

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	21.31.58,69	+0,40	+20.27.27,2	—5,8	B.B. t. VI, n° 4969.
b	22. 8. 0,18	+0,29	+29.42.19,2	—5,2	Cambr. (Engl.), n° 13277.
c	22.20.24,33	+0,26	+32.16.26,5	—4,8	Armagh, second Catalogue, n° 3019.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact parallaxe.
	h m s	h m s			
Mars 23....	15.49.43	21.31.59,30	$\bar{1},701_n$	+20°.28'.48",9	0,671
23....	16. 5. 7	21.32. 1,98	$\bar{1},697_n$	+20.29.23,0	0,655
Avril 1....	15.54.54	22. 8. 9,42	$\bar{1},732_n$	+29.34.16,5	0,618
1....	16. 9.41	22. 8.12,05	$\bar{1},728_n$	+29.34.50,1	0,594
4....	16.52. 4	22.21.20,93	$\bar{1},718_n$	+32.27.41,9	0,488
4....	16.58.49	22.21.22,57	$\bar{1},713_n$	+32.27.57,9	0,473

Mars 23. — Diamètre du noyau 16″; ensemble de la nébulosité 3′; l'éclat estimé du noyau est celui d'une étoile de 8e grandeur; angle de position de l'axe de la queue 264°.

Avril 1. — Angle de position de l'axe de la queue 269°.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Expressions des dérivées des fonctions thêta de deux arguments au moyen des carrés des fonctions thêta.* Note de M. **E. Jahnke**, présentée par M. C. Hermite.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 486-489), j'ai établi, en suivant la méthode due à M. F. Caspary, des systèmes orthogonaux composés avec les dérivées des fonctions thêta de deux arguments. La même méthode m'a conduit à un théorème qui permet de représenter, d'une façon linéaire, les fonctions

$$\begin{aligned}\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)} = {} & \vartheta_{\alpha\beta}(x_1, x_2)\,\vartheta_{\alpha\beta}^{(2\rho)}(x_1, x_2) - \binom{2\rho}{1}\vartheta'_{\alpha\beta}(x_1, x_2)\,\vartheta_{\alpha\beta}^{(2\rho-1)}(x_1, x_2) \\ & + \binom{2\rho}{2}\vartheta''_{\alpha\beta}(x_1, x_2)\,\vartheta_{\alpha\beta}^{(2\rho-2)}(x_1, x_2) - \ldots + \tfrac{1}{2}(-1)^{\rho}\binom{2\rho}{\rho}\vartheta_{\alpha\beta}^{(\rho)2}(x_1, x_2), \\ & (\rho = 1, 2, 3, \ldots),\end{aligned}$$

et tout particulièrement les deuxièmes dérivées logarithmiques des fonctions thêta de deux arguments, au moyen des carrés des fonctions thêta.

» Avant d'établir ce théorème, rappelons d'abord le résultat que les seize fonctions $\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)}$ forment les coefficients d'un système orthogonal, dans l'arrangement suivant :

$$\begin{matrix} \mathfrak{f}_{0}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{01}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{03}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{24}^{(2\rho)}, \\ -\mathfrak{f}_{2}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{12}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{23}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{04}^{(2\rho)}, \\ \mathfrak{f}_{4}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{14}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{34}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{02}^{(2\rho)}, \\ \mathfrak{f}_{13}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{3}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{1}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{5}^{(2\rho)} \end{matrix}$$

(voir *loc. cit.*, théorème II). Si l'on pose $x_1 = x_2 = 0$, ces fonctions prennent les valeurs constantes $C_{\alpha\beta}^{(2\rho)}$, que j'ai indiquées dans la Note citée (voir théorème III). Pour abréger, je désignerai ces systèmes orthogonaux par $(\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ et $(C_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$.

» De plus, représentons par $\Gamma_1\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\end{pmatrix}$ le système orthogonal $(\vartheta_{\alpha\beta}^2(x_1, x_2))$ découvert par M. F. Caspary et qui découle, d'ailleurs, du système $(\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ pour $\rho = 0$, et par $\Gamma_2\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\end{pmatrix}$ le système qui s'en déduit en échangeant les lignes et les colonnes. Si l'on y substitue les caractéristiques $\begin{smallmatrix}0 & 0\\ 0 & 1\end{smallmatrix}$, $\begin{smallmatrix}0 & 0\\ 1 & 0\end{smallmatrix}$, $\begin{smallmatrix}0 & 0\\ 1 & 1\end{smallmatrix}$, les systèmes se changeront en

$$\Gamma_\nu\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}, \qquad \Gamma_\nu\begin{pmatrix}0 & 0\\ 1 & 0\end{pmatrix}, \qquad \Gamma_\nu\begin{pmatrix}0 & 0\\ 1 & 1\end{pmatrix} \qquad (\nu = 1, 2).$$

» Cela posé, je tire de mes recherches le théorème remarquable :

» *Le système* $(C_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$, *composé par les systèmes respectifs* $\Gamma_\nu\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\end{pmatrix}$, $\Gamma_\nu\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}$, $\Gamma_\nu\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\end{pmatrix}$, $\Gamma_\nu\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\end{pmatrix}$ $(\nu = 1, 2)$, *fournit deux quadruples de systèmes orthogonaux de la forme*

$$\begin{matrix} A_{1j}, & \pm A_{2j}, & \mp A_{3j}, & \pm A_{4j}\\ \mp A_{2j}, & A_{1j}, & \pm A_{4j}, & \pm A_{3j}\\ \pm A_{3j}, & \mp A_{4j}, & A_{1j}, & \pm A_{2j}\\ \mp A_{4j}, & \mp A_{3j}, & \mp A_{2j}, & A_{1j} \end{matrix} \qquad \begin{pmatrix} j = 1, 2, 3, 4\\ \nu = 1, 2 \end{pmatrix}$$

qui remplissent identiquement *les conditions d'orthogonalité. Les deux signes correspondent aux deux quadruples respectifs.*

» *D'un autre côté, les coefficients* A_{ij} $(i, j = 1, 2, 3, 4)$ *coïncident avec les coefficients homologues* $c_5^2\,\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)}$.

» *Ainsi on obtient huit différentes expressions des seize coefficients du système* $(\mathfrak{f}_{\beta}^{(2\rho)})$ *au moyen des carrés des fonctions thêta.*

» Pour $\rho = 1$, le système $(\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ prend la forme

$$(\vartheta_{\alpha\beta}^2(x_1, x_2)\, d^2 \log \vartheta_{\alpha\beta}^2(x_1, x_2)),$$

et le système $(C_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ la forme

$$(c_{\alpha\beta}c''_{\alpha\beta} + c'^{2}_{\alpha\beta}).$$

» Dans ce cas particulier, je vais communiquer les expressions des

coefficients A_{11}, A_{41}, on a alors :

$$\begin{aligned}
c_0\, c''_0\, \vartheta^2_0\,(x) + c_{01} c''_{01} \vartheta^2_{01}(x) + c_{03} c''_{03} \vartheta^2_{03}(x) + c'^2_{24} \vartheta^2_{24}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x),\\
c_2\, c''_2\, \vartheta^2_2\,(x) + c_{12} c''_{12} \vartheta^2_{12}(x) + c_{23} c''_{23} \vartheta^2_{23}(x) + c'^2_{04} \vartheta^2_{04}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x),\\
c_4\, c''_4\, \vartheta^2_4\,(x) + c_{14} c''_{14} \vartheta^2_{14}(x) + c_{34} c''_{34} \vartheta^2_{34}(x) + c'^2_{02} \vartheta^2_{02}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x),\\
c'^2_{13} \vartheta^2_{13}(x) + c'^2_3 \vartheta^2_3\,(x) + c'^2_1 \vartheta^2_1\,(x) + c_5 c''_5 \vartheta^2_5\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x),
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
c_0\, c''_0\, \vartheta^2_0\,(x) + c_2\, c''_2\, \vartheta^2_2\,(x) + c_4\, c''_4\, \vartheta^2_4\,(x) + c'^2_{13} \vartheta^2_{13}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x),\\
c_{01} c''_{01} \vartheta^2_{01}(x) + c_{12} c''_{12} \vartheta^2_{12}(x) + c_{14} c''_{14} \vartheta^2_{14}(x) + c'^2_3 \vartheta^2_3\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x),\\
c_{03} c''_{03} \vartheta^2_{03}(x) + c_{23} c''_{23} \vartheta^2_{23}(x) + c_{34} c''_{34} \vartheta^2_{34}(x) + c'^2_1 \vartheta^2_1\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x),\\
c'^2_{24} \vartheta^2_{24}(x) + c'^2_{04} \vartheta^2_{04}(x) + c'^2_{02} \vartheta^2_{02}(x) + c_5 c''_5 \vartheta^2_5\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_5\,(x)\, d^2 \log \vartheta_5\,(x);
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
c_0\, c''_0\, \vartheta^2_{13}(x) + c_{01} c''_{01} \vartheta^2_3\,(x) - c_{03} c''_{03} \vartheta^2_1\,(x) - c'^2_{24} \vartheta^2_5\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),\\
-c_2\, c''_2\, \vartheta^2_4\,(x) - c_{12} c''_{12} \vartheta^2_{14}(x) + c_{23} c''_{23} \vartheta^2_{34}(x) + c'^2_{04} \vartheta^2_{02}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),\\
-c_4\, c''_4\, \vartheta^2_2\,(x) - c_{14} c''_{14} \vartheta^2_{12}(x) + c_{34} c''_{34} \vartheta^2_{23}(x) + c'^2_{02} \vartheta^2_{04}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),\\
c'^2_{13} \vartheta^2_0\,(x) + c'^2_3 \vartheta^2_{01}(x) - c'^2_1 \vartheta^2_{03}(x) - c_5 c''_5 \vartheta^2_{24}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
-c_0\, c''_0\, \vartheta^2_{24}(x) + c_2\, c''_2\, \vartheta^2_{04}(x) - c_4\, c''_4\, \vartheta^2_{02}(x) + c'^2_{13} \vartheta^2_5\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),\\
-c_{01} c''_{01} \vartheta^2_{03}(x) + c_{12} c''_{12} \vartheta^2_{23}(x) - c_{14} c''_{14} \vartheta^2_{34}(x) + c'^2_3 \vartheta^2_1\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),\\
-c_{03} c''_{03} \vartheta^2_{01}(x) + c_{23} c''_{23} \vartheta^2_{12}(x) - c_{34} c''_{34} \vartheta^2_{14}(x) + c'^2_1 \vartheta^2_3\,(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),\\
-c'^2_{24} \vartheta^2_0\,(x) + c'^2_{04} \vartheta^2_2\,(x) - c'^2_{02} \vartheta^2_4\,(x) + c_5 c''_5 \vartheta^2_{13}(x) &= c^2_5 \vartheta^2_{13}(x)\, d^2 \log \vartheta_{13}(x),
\end{aligned}$$

où

$$\vartheta(x) = \vartheta(x_1, x_2).$$

» La quatrième expression du coefficient $c^2_5 \vartheta^2_5(x)\, d^2 \log \vartheta_5(x)$ contient les formules importantes dues à M. Königsberger (voir *Journal f. d. reine u. angew. Math.*, t. LXV, p. 342).

» De ce théorème découlent encore, comme cas particuliers, de nombreuses formules découvertes par MM. M. Krause (voir *Die Transformation der hyperelliptischen Functionen erster Ordnung*, B. G. Teubner, Leipzig), Pascal (voir *Ann. di Mat.*, t. XXIV) et Bertolani (voir *Batt. Giorn.*, t. XXXIII et XXXIV). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce.* Note de M. M. **Krause**, présentée par M. Picard ([1]).

« Je choisis comme fonctions fondamentales les grandeurs

$$(1)\qquad \varphi_r(u_1, u_2) = \frac{\vartheta_0 \vartheta_r(v_1 + a_1, v_2 + a_2)}{\vartheta_0(a_1, a_2)\vartheta_0(v_1, v_2)} e^{-\sum \frac{\partial \log \vartheta_0(a_1, a_2)}{\partial \alpha_\varepsilon} u_\varepsilon}, \qquad \begin{matrix} r : 0, 1, 3, 24, \\ \varepsilon : 1, 2, \end{matrix}$$

dans lesquelles les arguments des fonctions ϑ seront désignés par v_1, v_2, a_1, a_2 et les arguments des fonctions hyperelliptiques par u_1, u_2, α_1, α_2. On peut établir des systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les quatre fonctions $\varphi_r(u)$ et d'autres auxquels satisfait chacune d'elles, par exemple $\varphi_1(u)$.

» I. Pour la première catégorie je choisis d'abord le système

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial x_0}{\partial u_1} &= -y_1 x_1 - y_{24} x_{24}, \\ \frac{\partial x_1}{\partial u_1} &= -y_1 x_0 + \frac{\partial \log \frac{\vartheta_1(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial \alpha_1} x_1 - y_{24} x_3, \\ \frac{\partial x_3}{\partial u_1} &= \quad y_{24} x_1 + \frac{\partial \log \frac{\vartheta_3(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial \alpha_1} x_3 - y_1 x_{24}, \\ \frac{\partial x_{24}}{\partial u_1} &= -y_{24} x_0 - y_1 x_3 + \frac{\partial \log \frac{\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial \alpha_1} x_{24}. \end{aligned}\right.$$

» Ici on a posé :

$$(3)\qquad x_r = \vartheta_r(a)\varphi_r(u), \qquad y_s = \frac{\theta'_s(u_1)_0}{\vartheta_0} \frac{\vartheta_s(v)}{\vartheta_0(v)}, \qquad s : 1, 24.$$

» Il s'ensuit un système semblable, si l'on différentie par rapport à u_2 au lieu de u_1.

» En outre, il existe des systèmes d'équations différentielles de second ordre. Je recommande à l'attention trois d'entre eux, dont toujours une

([1]) Cette Note a été présentée dans la séance du 4 avril.

équation s'exprime ainsi

$$(4)\left\{\begin{aligned}
\frac{\partial^2 x_1}{\partial u_1^2} &= x_1(c + 2y_1^2 - 2y_{24}^2) - 2x_3 y_{24}\frac{\partial \log\frac{\mathfrak{S}_3(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_1},\\
\frac{\partial^2 x_1}{\partial u_1\,\partial u_2} &= x_1(c' + 2k^2 y_1^2) - x_3 y_{24}\frac{\partial \log\frac{\mathfrak{S}_3(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_2} + x_{24} y_3 \frac{\partial \log\frac{\mathfrak{S}_{24}(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_1},\\
\frac{\partial^2 x_1}{\partial u_2^2} &= x_1(c'' + 2k_1 y_1^2 - 2y_3^2) + 2x_{24} y_3 \frac{\partial \log\frac{\mathfrak{S}_{24}(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_2}.
\end{aligned}\right.$$

Ici l'on pose

$$y_3 = \frac{\theta'_3(u_2)_0}{\mathfrak{S}_0}\,\frac{\mathfrak{S}_3(v)}{\mathfrak{S}_0(v)}.$$

Ce système montre quelques analogies avec l'*équation différentielle de Lamé* au cas des fonctions elliptiques.

» II. Les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfait la fonction $\varphi_1(u)$ seule sont plus importants. Je prends d'abord un système de deux équations différentielles de premier ordre.

» Si l'on pose

$$(5)_a \qquad F(v, a) = \frac{\mathfrak{S}_1(v + a)\,\mathfrak{S}_1(v - a)}{\mathfrak{S}_0^2(v)},$$

ou aussi

$$(5)_b \qquad F(v, a) = -\frac{\mathfrak{S}_1^2(a)}{\mathfrak{S}_0^2(a)} + \frac{\mathfrak{S}_1^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)} - \frac{\mathfrak{S}_{24}^2(a)}{\mathfrak{S}_0^2(a)}\,\frac{\mathfrak{S}_3^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)} + \frac{\mathfrak{S}_3^2(a)}{\mathfrak{S}_0^2(a)}\,\frac{\mathfrak{S}_{24}^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)},$$

le système s'exprime ainsi

$$(6) \qquad 2F(v, a)\frac{\partial \varphi_1}{\partial u_\varepsilon} = \varphi_1\left(\frac{\partial F}{\partial u_\varepsilon} + \frac{\partial F}{\partial \alpha_\varepsilon}\right) \qquad \varepsilon : 1,\ 2;$$

il est donc d'une grande symétrie et simplicité.

» Quant aux équations différentielles de second ordre, la difficulté consiste à former des expressions différentielles qu'on peut représenter sous la forme de

$$\varphi_1 M;$$

ici M est une *fonction* hyperelliptique qui peut s'exprimer à l'aide des fonctions $\mathfrak{S}$. La détermination de M ne présentant aucune difficulté, j'ai attaché l'importance principale à la formation d'expressions différentielles dudit genre. Le nombre en est très grand. Si l'on n'admet dans les coefficients

que de telles fonctions qui deviennent infiniment grandes pour les zéros de $\mathfrak{S}_0(v)$ seuls et si l'on suppose que les coefficients des grandeurs

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1^2},\qquad \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1 \partial u_2},\qquad \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_2^2}$$

soient constants, trois simples et importantes équations, auxquelles on pourrait réduire toutes les autres, s'expriment ainsi

$$(7)\quad \mathfrak{S}_3(a)\frac{\partial \frac{\mathfrak{S}_3(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_2}\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1^2} + 2k\frac{\mathfrak{S}_1(a)\mathfrak{S}_3(a)\mathfrak{S}_{24}(a)}{\mathfrak{S}_0^2(a)}\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1 \partial u_2} + \frac{\mathfrak{S}_{34}^2}{\mathfrak{S}_2^2}\mathfrak{S}_{24}(a)\frac{\partial \frac{\mathfrak{S}_{24}(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_1}\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_2^2} = \varphi_1 M_1,$$

$$(8)\quad k\lambda\mu\,\mathfrak{S}_3^2(a)\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1^2} - \mathfrak{S}_{24}^2(a)\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_2^2} + \frac{2\lambda\mu\,\mathfrak{S}_1(a)\mathfrak{S}_3(a)\mathfrak{S}_{24}(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}\left(k^2\frac{\partial \varphi_1}{\partial u_1} - \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_2}\right) = \varphi_1 M_2,$$

$$(9)\quad -\mathfrak{S}_1(a)\mathfrak{S}_5(a)\mathfrak{S}_0(a)\mathfrak{S}_{01}(a)\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1^2} + \mu\,\mathfrak{S}_{24}^2(a)\left[f_1(v)\frac{\partial \varphi_1}{\partial u_1} + f_2(v)\frac{\partial \varphi_1}{\partial u_2}\right] = \varphi_1 M_3.$$

» Ici on a posé

$$\mathfrak{S}_0^2(v)f_1(v) = \mathfrak{S}_1^2(a)\mathfrak{S}_{03}^2(v) + c\,\mathfrak{S}_5^2(a)\mathfrak{S}_{24}^2(v),$$
$$\mu^2\mathfrak{S}_0^2(v)f_2(v) = -\mathfrak{S}_0^2(a)\mathfrak{S}_{13}^2(v) + \mathfrak{S}_5^2(a)\mathfrak{S}_{24}^2(v),$$
$$-\mathfrak{S}_2\mathfrak{S}_4\mathfrak{S}_5(a)\mathfrak{S}_{24}(a)\,c = \mathfrak{S}_{12}\mathfrak{S}_{14}\mathfrak{S}_{03}(a)\mathfrak{S}_1(a) + \mathfrak{S}_{34}\mathfrak{S}_{23}\mathfrak{S}_3(a)\mathfrak{S}_{01}(a).$$

» Avec cela les grandeurs $\mathfrak{S}_0^2(v)M_1$, $\mathfrak{S}_0^2(v)M_2$, resp. $\mathfrak{S}_0^3(v)M_3$ sont des fonctions thêta de la caractéristique zéro et de second resp. troisième ordre. M_1 peut s'écrire

$$(10)\quad M_1 = c_1 + 2c_2\,y_1^2 + 2\frac{\mathfrak{S}_{34}^2}{\mathfrak{S}_2^2}y_3^2\,\mathfrak{S}_{24}(a)\frac{\partial \frac{\mathfrak{S}_{24}(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_1} - 2y_{24}^2\,\mathfrak{S}_3(a)\frac{\partial \frac{\mathfrak{S}_3(a)}{\mathfrak{S}_0(a)}}{\partial \alpha_2},$$

tandis que pour M_2 s'obtient la valeur

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} M_2 = c_1' + 2k^2\left[\frac{\mathfrak{S}_2^2}{\mathfrak{S}_{34}^2}\mathfrak{S}_3^2(a) - k^2\,\mathfrak{S}_{24}^2(a)\right]y_1^2 \\ - 2\,\mathfrak{S}_{24}^2(a)\,y_3^2 - 2k\lambda\mu\,\mathfrak{S}_3^2(a)\,y_{24}^2. \end{aligned}\right.$$

» Les valeurs de c_1, c_1' resp. c_2 seront déterminées si l'on pose

$$v_1 = v_2 = 0 \qquad \text{resp.} \qquad v_1 = \frac{\tau_{11} + \tau_{12}}{2}, \qquad v_2 = \frac{\tau_{12} + \tau_{22}}{2}.$$

» Les équations que je viens d'établir appartiennent à la catégorie des équations sur lesquelles M. Appell et M. Picard ont appelé l'attention dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* (21 mars 1881). »

MÉCANIQUE. — *Sur les équations de la théorie de l'élasticité.* Note de MM. EUGÈNE et FRANÇOIS COSSERAT, présentée par M. Émile Picard.

« Les problèmes les plus simples de la théorie de l'élasticité consistent à déterminer trois intégrales du système connu

$$(1) \qquad \Delta_2 u + \xi \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \qquad \Delta_2 v + \xi \frac{\partial \theta}{\partial y} = 0, \qquad \Delta_2 w + \xi \frac{\partial \theta}{\partial z} = 0,$$

remplissant les conditions de continuité fondamentales et vérifiant à la frontière d'un domaine donné des conditions qui peuvent être très variées. Les recherches des géomètres italiens, en particulier les remarquables travaux de Betti et de M. Somigliana, ont révélé l'analogie étroite qui existe entre ce système et l'équation de Laplace. Nous avons cherché à avancer dans la voie ainsi ouverte et voici le point de vue auquel nous nous sommes placés. Pour fixer les idées, supposons que u, v, w prennent à la frontière des valeurs données. Si, comme l'ont fait MM. Picard et Poincaré pour des problèmes plus simples, nous envisageons ξ comme un paramètre, qui peut, d'ailleurs, être complexe, u, v, w seront des fonctions de ξ. *Nous nous sommes proposé de faire l'étude approfondie de ces fonctions de* ξ. En posant ainsi la question, on embrasse tous les travaux auxquels elle a déjà donné lieu; en particulier les recherches intéressantes de M. Lauricella ne constituent au fond qu'un premier procédé pour former ces fonctions dans le voisinage de $\xi = 0$. Mais une lacune se présente au point de départ même de M. Lauricella : l'existence unique de la solution du problème considéré n'a été, en effet, établie par Betti que pour $\xi > \frac{1}{3}$; cette lacune doit tout d'abord être comblée.

» Dans un Mémoire de Borchardt, publié en 1873, se trouve un résultat curieux de calcul qui a été rappelé par M. Cesàro et que l'on peut expliquer et généraliser en le rattachant à une idée générale qui a déjà inspiré M. Picard. Le système (1) ayant son origine dans un problème du calcul des variations, cherchons une fonction σ qui soit une forme quadratique par rapport aux dérivées premières de u, v, w, avec des coefficients fonctions de x, y, z et telle que la méthode des variations appliquée à l'intégrale $\int\int\int \sigma\, dx\, dy\, dz$ conduise aux équations (1). Le problème est indéterminé et l'on a la solution intéressante

$$\sigma = \xi\theta^2 + 2X\frac{D(v, w)}{D(y, z)} + 2Y\frac{D(w, u)}{D(z, x)} + 2Z\frac{D(u, v)}{D(x, y)} + \Delta_1 u + \Delta_1 v + \Delta_1 w,$$

où X, Y, Z sont trois fonctions arbitraires ne dépendant respectivement que de x, y, z. Cette indétermination de la fonction σ est importante et nous a conduits, entre autres résultats, à une modification précieuse des formules de Betti et de M. Somigliana. Faisons $X = Y = Z = 1$, nous retrouvons l'expression de Borchardt et nous en déduisons que si u, v, w vérifient les équations (1), ainsi que les conditions de continuité fondamentales dans un domaine clos à la frontière duquel ces fonctions s'annulent et ont des dérivées premières continues, on a

$$\iiint[4(\tau_1^2+\tau_2^2+\tau_3^2)+(\xi+1)\theta^2]\,dx\,dy\,dz = 0,$$

où τ_1, τ_2, τ_3 sont les composantes de la rotation; on voit que si $\xi + 1$ est positif, u, v, w sont des fonctions harmoniques qui, étant nulles à la frontière, sont identiquement nulles.

» Le cas où $\xi + 1 = 0$ doit attirer l'attention. Le système (1) acquiert alors un degré de généralité exceptionnel, et il est clair que, dans ce cas, il existe normalement des intégrales s'annulant à la frontière d'un domaine clos; on peut faire disparaître cette singularité en *assujettissant u, v, w à annuler $\Delta_2\theta$ et à avoir des dérivées troisièmes continues dans le domaine;* ces conditions supplémentaires sont vérifiées d'elles-mêmes pour les valeurs de ξ différentes de -1, et permettent d'étendre à la valeur -1 la proposition sur l'existence unique.

» Pour indiquer nettement le but que nous nous sommes efforcés d'atteindre à l'égard des fonctions de ξ, nous prendrons un exemple simple. Le problème de la sphère résolu d'abord par Lamé, lorsque les efforts sur la surface sont imposés, a été repris par Lord Kelvin qui a traité aussi le cas où les déplacements sont donnés à la frontière; le même problème a fait ensuite l'objet des recherches de Borchardt et de MM. Cerruti, Somigliana, Marcolongo, et enfin, les travaux de MM. Fontaneau et Almansi ont conduit à une solution particulièrement élégante qui, néanmoins, ne diffère pas essentiellement de celle de Lord Kelvin. On peut présenter cette dernière de la manière suivante : soient u_0, v_0, w_0 des fonctions harmoniques prenant les valeurs données pour u, v, w à la frontière d'une sphère de rayon a ayant pour centre l'origine; formons le développement de $\frac{\partial u_0}{\partial x} + \frac{\partial v_0}{\partial y} + \frac{\partial w_0}{\partial z}$ en série de polynomes sphériques F_i; définissons des nombres k_i et des polynomes U_i par les formules

$$k_i = -\frac{2i+1}{i}, \qquad U_i = \frac{1}{2(2i+1)}(x^2+y^2+z^2-a^2)\frac{\partial F_i}{\partial x},$$

puis deux autres séries de polynomes V_i, W_i se déduisant des U_i par per-

mutation circulaire de x, y, z; on a

$$(2) \qquad u = u_0 - \xi \sum_{i=1}^{i=\infty} \frac{k_i U_i}{\xi - k_i}$$

et des formules analogues pour v, w, en remplaçant u_0, U_i, par v_0, V_i, puis par w_0, W_i. Ces formules mettent en évidence que u, v, w sont des fonctions uniformes de ξ admettant les mêmes points critiques, savoir le point singulier essentiel -2 et les pôles simples $k_1, k_2, \ldots$; les résidus du pôle k_i sont les fonctions $k_i^2 U_i$, $k_i^2 V_i$, $k_i^2 W_i$ *qui jouissent de la propriété de s'annuler à la frontière et de vérifier les équations* (1) *où l'on fait* $\xi = k_i$.

» On peut d'ailleurs exprimer autrement les résultats précédents. G désignant la fonction de Green, il existe, pour la sphère, des fonctions harmoniques F_i (qui ne sont autres que les polynomes sphériques) vérifiant l'équation fonctionnelle

$$4\pi F_i(x, y, z) = k_i \int\!\!\int\!\!\int \left(\frac{\partial G}{\partial x}\frac{\partial F_i}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial y}\frac{\partial F_i}{\partial y} + \frac{\partial G}{\partial z}\frac{\partial F_i}{\partial z} \right) dx\, dy\, dz,$$

laquelle entraîne les relations $\int\!\!\int\!\!\int F_i F_k \, dx\, dy\, dz = 0 \; (i \gtrless k)$; si l'on détermine des fonctions U_i, V_i, W_i s'annulant à la frontière et dont les paramètres différentiels du second ordre soient égaux respectivement aux dérivées premières de F_i, ces fonctions vérifieront les équations (1) où $\xi = k_i$ et donneront lieu aux formules telles que (2).

» Ces résultats ont une certaine analogie avec ceux rencontrés par MM. Picard et Poincaré; mais une particularité se présente qui tient à *l'existence du point singulier essentiel* -2. On connaît l'objection faite à la démonstration du principe de Dirichlet donnée par Riemann, objection qui n'atteint pas le résultat final. Ici elle a plus de portée. Si nous considérons l'intégrale $\int\!\!\int\!\!\int (\Delta_1 u - \Delta_1 v + \Delta_1 w)\, dx\, dy\, dz$, où les fonctions u, v, w s'annulent à la frontière, satisfont aux conditions de continuité fondamentales et sont telles que $\int\!\!\int\!\!\int \theta^2 \, dx\, dy\, dz = 1$, elle a un minimum 1 qu'elle atteint; si l'on adjoint les conditions supplémentaires indiquées plus haut, parmi lesquelles se trouve $\Delta_2 \theta = 0$, cette fois, *le minimum n'est pas atteint*.

» Nous avons cherché à voir dans quelle mesure tout ce qui précède s'étend au cas général; l'application des raisonnements employés dans ces derniers temps par MM. Picard et Poincaré et par M. Le Roy offre des difficultés intéressantes qui nous ont conduits à reprendre l'étude des méthodes, analogues à celle de Neumann, proposées par M. Lauricella et par M. Poincaré. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le passage des ondes électriques, d'un conducteur à un autre* [1]. Note de M. C. Gutton, présentée par M. Poincaré.

« Lorsque des ondes électriques, se propageant le long d'un fil rectiligne, arrivent à l'extrémité de ce fil, elles se réfléchissent; si, dans le prolongement, on tend un second fil de façon que les extrémités en regard soient peu éloignées, l'onde passe en partie à la surface de ce second fil et continue à s'y propager. Si l'on augmente les surfaces en regard des deux conducteurs, l'onde transmise au fil secondaire est plus intense. On peut, par exemple, souder à l'extrémité de l'un des fils un bout de tube en laiton, suivant l'axe duquel pénètre l'autre. J'ai reconnu par une méthode d'interférence que, dans ces conditions, le passage de l'onde d'un fil à l'autre n'était accompagné d'aucun changement de phase. On peut souder le tube, soit au fil secondaire (*fig.* 1), soit au fil primaire (*fig.* 2). J'ai varié l'expérience en me servant, pour transmettre l'onde, de petites bouteilles de Leyde. Quelle que soit leur capacité électrostatique, l'onde était transmise sans changement de phase.

» On peut se faire une idée des formes que doivent prendre les lignes de force électrique dans la région où l'onde passe d'un conducteur sur l'autre. Une onde le long du fil primaire est constituée par un système de lignes de force électrique, rectilignes, normales au fil, dont l'une des extrémités se propage sur le fil et l'autre sur les parois d'une très grande chambre métallique que, pour plus de simplicité, je supposerai entourer le fil. Vers l'extrémité du fil primaire, ces lignes de force se déforment, tout en restant astreintes à aboutir normalement aux surfaces conductrices. Une onde prendra naissance le long du conducteur secondaire, et, à une certaine distance de son extrémité, les lignes de force redeviendront rectilignes comme celles de l'onde primaire.

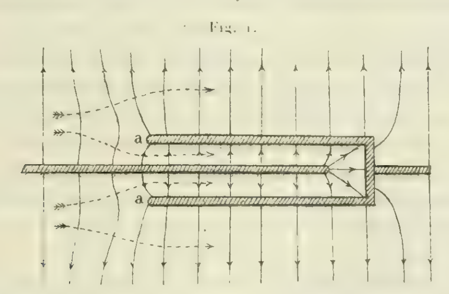
» Les figures montrent cette déformation des lignes de force. Les ondes se propagent de gauche à droite et passent du conducteur primaire au conducteur secondaire par l'intermédiaire d'un tube et d'un fil intérieur. Les figures sont tracées au moment du passage d'un maximum d'une onde de grande longueur.

---

[1] Travail exécuté au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

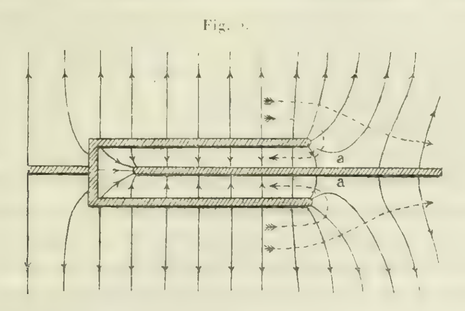
» Comme l'observation montre que l'onde est transmise sans changement de phase, il faut que, de part et d'autre de la région où cette onde passe d'un fil sur l'autre, les lignes de force soient dirigées dans le même sens, car si leur sens était renversé, le passage de l'onde s'effectuerait avec un changement de phase d'une demi-période.

Fig. 1.



» Une ligne de force ne peut finir brusquement dans le milieu diélectrique. Il en résulte que, si l'une des extrémités se propage sur un conducteur, elle ne peut le quitter tout à coup. Les extrémités des lignes de force qui se propagent sur les parois de la chambre ne peuvent donc les quitter; celles qui se propagent à la surface du conducteur primaire y res-

Fig. 2.



teront aussi sans pouvoir sauter à la surface du conducteur secondaire. La formation de l'onde secondaire s'explique alors par le tracé suivant : il y a dans le champ des régions (a) où la force électrique tend à devenir tangente à la surface du conducteur secondaire. Cette condition ne pouvant être réalisée, les lignes de force se coupent en deux parties normales à la

surface. L'un des deux systèmes de lignes de force ainsi formés constitue l'onde secondaire; l'autre, l'onde réfléchie à l'extrémité du conducteur primaire.

» Les lignes de force magnétique coupent normalement le plan de la figure, les trajectoires orthogonales des lignes de force électrique dans ce plan sont, d'après le théorème de Poynting, les lignes suivant lesquelles se propage l'énergie. Dans la région (a), ces lignes se divisent en deux faisceaux correspondant aux ondes réfléchies et transmises.

» Les figures montrent que, de part et d'autre de la région (a), la force électrique à la surface du conducteur secondaire a des directions opposées. Il y aura donc à la surface de ce conducteur des points où la force électrique est nulle. Dans la *fig.* 1, ces points se trouvent au bord de l'orifice du tube extérieur; dans la *fig.* 2, ils se trouvent sur le fil intérieur un peu au delà de sa sortie du tube.

» Dans ce second cas, on peut mettre en évidence l'existence de ces points de la manière suivante : les étincelles que l'on peut tirer du conducteur en approchant une petite pointe isolée, tenue normalement à sa surface, doivent être plus courtes aux points où la force électrique est nulle au moment du passage du maximum de l'onde. Les ondes étaient transmises au moyen d'un gros tube de laiton de $0^m,07$ de diamètre et de $0^m,50$ de long suivant l'axe duquel était disposée une tige de $0^m,02$ de diamètre reliée au fil secondaire. Je place sur cette tige un fragment de lame de laiton recourbée cylindriquement et s'appliquant bien sur la surface de la tige, de façon à se substituer à elle comme un plan d'épreuve se substitue à la surface d'un corps électrisé. Normalement à cette lame est fixée une pointe de laiton assez petite pour ne pas modifier sensiblement le champ. Des étincelles jaillissent entre cette pointe et la lame. Si l'on promène l'appareil le long de la tige ces étincelles s'éteignent dans une région située un peu au delà de l'orifice du tube et se rallument de part et d'autre.

» Ce procédé n'est pas applicable au cas de la *fig.* 1, les points de force électrique nulle se trouvant dans une région du conducteur où la courbure de sa surface varie trop rapidement pour qu'il soit possible de déplacer la petite lame de métal en la maintenant constamment appliquée sur cette surface. Je me suis alors servi pour explorer le champ d'une petite boule de verre de $0^m,01$ de diamètre où était fait le vide de Geissler et qui s'illuminait sous l'action des ondes. On peut constater qu'en la déplaçant à la surface des conducteurs cette illumination disparaît dans les régions où les figures font prévoir des points de force électrique nulle.

» Si, au lieu de se servir pour transmettre les ondes d'un tube et d'un fil intérieur, on relie les extrémités des fils au centre de deux plateaux circulaires, dont les plans sont parallèles et normaux à la direction des fils, on constate que l'onde est transmise avec un retard sensiblement égal au diamètre des plateaux. Ce résultat s'explique si l'on considère que l'énergie qui se propage près du fil primaire doit, pour rejoindre le fil secondaire, contourner les plaques par leurs bords. Ce retard est dû, non à un phénomène physique spécial, mais à la forme géométrique des conducteurs. Si, en effet, on applique les deux plateaux l'un contre l'autre, ce retard persiste quoique la discontinuité du conducteur disparaisse. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés thermiques des fluides saturés*. Note de M. E. MATHIAS [1], présentée par M. G. Lippmann.

« 1. Soit un poids, égal à 1^{gr}, d'une vapeur saturée sèche; la théorie montre que [2] pour une variation dv du volume, la variation *adiabatique* dx du titre est donnée par

$$(1) \qquad \frac{dv}{dx} = u' - u - \frac{L}{m'}\frac{du'}{d\theta},$$

m' étant la chaleur spécifique de la vapeur saturée à $\theta°$, L la chaleur de vaporisation, u' et u les volumes spécifiques de la vapeur saturée et du liquide saturé à la même température.

» Pour les températures extérieures aux points d'inversion de m' ($m' < 0$), le signe du second membre de l'équation (1) n'est pas apparent, celui-ci se présentant sous la forme d'une différence. Les expériences calorimétriques que j'ai faites sur l'acide sulfureux permettent de montrer que, conformément aux conclusions de Clausius, $\frac{dv}{dx}$ est toujours du signe de m', d'où il suit que *la détente adiabatique d'une vapeur saturée produit toujours un abaissement de température*.

» 2. La théorie des propriétés thermiques des fluides saturés ne peut être faite qu'à la faveur d'une hypothèse sur une chaleur spécifique. Celle de M. Raveau [3], qui conduit à des conséquences que j'ai vérifiées, sup-

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

(2) Voir LIPPMANN, *Thermodynamique*, p. 174.

(3) C. RAVEAU, *Journ. de Phys.*, 3e série, t. I, p. 461; 1892.

pose que la chaleur spécifique *à volume constant* des fluides saturés reste finie même à la température critique. Mes expériences sur l'acide sulfureux permettent de démontrer directement l'exactitude de cette hypothèse.

» La chaleur spécifique à volume constant d'un mélange de liquide et de vapeur saturée de titre x et de poids égal à 1^{gr} est donnée par

$$(2) \qquad C_x = x C_1 + (1 - x) C_0 ;$$

C_1 et C_0 sont ce que devient C_x quand on fait $x = 1$ et $x = 0$; s'ils restent finis toujours, il en sera de même de C_x. Ces quantités sont données par les équations

$$(3) \qquad C_0 = m - l\frac{du}{d\theta}, \qquad C_1 = m' - l\frac{du'}{d\theta}, \qquad l = \frac{L}{u' - u},$$

m désignant la chaleur spécifique du liquide saturé à θ.

» Le calcul montre que C_0 est positif, plus petit que m et va constamment en croissant jusqu'à la température critique. C_1 est toujours positif comme C_0, mais prend aux basses températures des valeurs très élevées qui décroissent quand la température s'élève, passant par un minimum vers 75°, suivi d'un maximum vers 110°. A partir de ce maximum, C_1 décroît constamment jusqu'à la température critique.

» *Les courbes $C_1 = f(\theta)$ et $C_0 = \varphi(\theta)$ se raccordent à la température critique suivant une tangente parallèle à l'axe des ordonnées, la limite commune de C_1 et C_0 étant finie et positive.*

» Les courbes à titre constant $C_x = \psi(\theta)$ sont telles que, pour une valeur fixe de θ, leurs tangentes soient concourantes. Toutes ces courbes admettent, à la température critique, la même tangente commune sauf une qui coupe toutes les autres sous un angle fini et qui est vraisemblablement celle de titre 0,5.

» La chaleur spécifique *à titre constant* d'un mélange saturé de titre x, qui est définie par

$$\mu_x = x m' + (1 - x) m,$$

jouit de propriétés tout à fait analogues à celles de C_x.

» 3. Si l'on considère la *courbe de saturation* dans le plan des pv et une adiabatique *intérieure*, le coefficient angulaire de cette adiabatique est toujours négatif, la pression diminuant quand le volume augmente. On a, en effet,

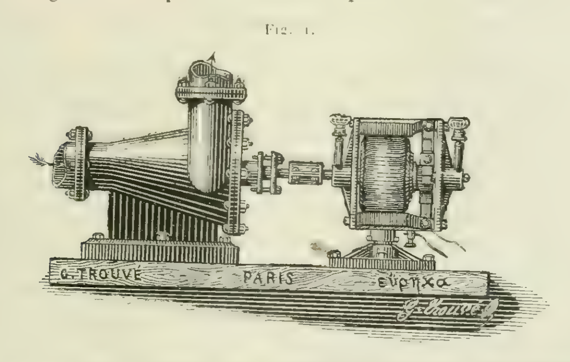
$$\frac{dp}{dv} = -\frac{l\frac{dp}{d\theta}}{C_x}.$$

» La limite de C_x n'étant ni nulle, ni définie, il s'ensuit que l'adiabatique *intérieure* qui passe par le sommet de la courbe de saturation n'est ni tangente ni orthogonale à cette courbe qu'elle rencontre obliquement. »

HYDRAULIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel appareil destiné à l'élévation des liquides*. Note de M. G. TROUVÉ, présentée par M. Maurice Lévy.

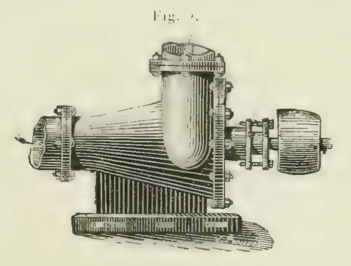
« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est destiné à élever les liquides; il utilise la force de l'action centrifuge, combinée au mouvement giratoire imprimé à la veine liquide.

Fig. 1.



» Cet appareil se compose d'une pièce conique, ou, plus généralement, d'une surface de révolution à génératrice rectiligne quelconque, telle que

Fig. 2.



sa section transversale augmente progressivement à partir du point d'entrée du fluide liquide jusqu'à sa sortie. Cette surface tourne rapidement

autour de son axe; elle s'ajuste sans frottement dans un corps fixe de même forme, qui porte à la petite base l'orifice d'admission du liquide; la sortie s'effectue par un orifice placé tangentiellement et à la partie la plus élargie du cône.

» Cet instrument participe à la fois du principe de la pompe centrifuge et de la trombe.

» L'effet utile de l'appareil déjà grand est augmenté, quant à la pression, par l'adjonction, à l'intérieur du cône, d'une hélice dont le pas doit être égal à la vitesse de progression du liquide.

» Cette hélice ne constitue pas la partie essentielle du système; on le prouve par les expériences suivantes :

» 1° La suppression de l'hélice à l'intérieur du cône ne modifie pas le débit;

» 2° En faisant tourner le système en sens contraire, on obtient encore un débit assez considérable, malgré la résistance apportée par l'hélice tournant à l'opposé du mouvement de translation du liquide.

» Ces expériences nous ont montré les rapprochements qui existent entre les calculs théoriques et le résultat effectif concernant la pression.

» Nous avons voulu voir s'il en était ainsi pour le débit. Là, nous trouvons encore concordance entre les chiffres qu'indique le calcul et les débits obtenus.

» *Exemple.* — Débit par seconde sous pression d'une atmosphère, l'eau sortant librement du corps de pompe.

» Les orifices expérimentés ont été de : 12^{mm}, 60^{mm}, 113^{mm}.

» Les débits ont été respectivement : 1^{lit} par seconde, 27^{lit}, 100^{lit}.

» Or, en appliquant la formule $V = \sqrt{2gh}$ et le coefficient 0,823, nous avons

$$V = 0,823\sqrt{2gh}.$$

Donc

$$V = 0,823 \times 4,429 \times \sqrt{h};$$

d'où

$$V = 0,823 \times 3,162 \times 4,429 = 11^{m},20,$$

soit 115^{dm} pour le débit théorique par seconde et, pour les orifices indiqués plus haut :

12^{mm}	$115 \times 0,0113$	1,299,
60	$115 \times 2,827$	32,510,
113		100,012.

» Nous nous proposons de compléter les chiffres cités plus haut et de

développer, dans une Note ultérieure, les conditions de rendement du travail mécanique employé.

» En somme, cet appareil peut, sous un très petit volume, donner un débit considérable; et ce débit peut, par son principe même, croître comme le carré de la vitesse. La rotation de plus en plus rapide de l'axe produira des débits et pressions de plus en plus considérables, dans la mesure, bien entendu, de la résistance de l'appareil.

» On peut prévoir, pour cet appareil, des emplois variés; pouvant mettre en mouvement de très grandes masses liquides, il pourra vraisemblablement servir également comme propulseur analogue à l'hélice des bateaux. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation plane de la pyrrhotine.* Note de M. PIERRE WEISS, présentée par M. J. Violle.

« I. La pyrrhotine ou pyrite magnétique est, comme la magnétite, une substance magnétique et cristallisée. Les cristaux sont d'apparence hexagonale, mais leur symétrie est en réalité inférieure, tout au plus clinorhombique. Ils sont assez rares; les plus beaux viennent du Brésil, d'un gisement épuisé de Miñas Geraës. Grâce à l'obligeance de M. de Costa Seña, professeur à l'École des Mines d'Ouro Preto, à qui M. Friedel a bien voulu en demander pour moi, j'ai pu opérer sur des échantillons excellents de cette origine. Ils m'ont donné les résultats suivants :

» En approchant un cristal d'un aimant, on s'aperçoit que l'attraction est nulle quand on présente le plan de la base hexagonale perpendiculairement aux lignes de force, tandis qu'elle est très vive pour toute autre orientation. Il y a donc une direction pour laquelle l'aimantation est impossible et, par une généralisation immédiate, on est conduit à supposer que *la matière ne peut s'aimanter que dans le plan perpendiculaire à cette direction,* que j'appellerai pour abréger : *plan magnétique.*

» Je me suis proposé d'établir cette propriété avec précision, au moyen d'expériences d'induction, faites par la méthode balistique.

» 1° Une sphère taillée dans un cristal et une bobine induite qui l'entoure peuvent tourner, indépendamment l'une de l'autre, d'angles connus, dans un champ magnétique. Cette expérience donne, par la rotation de la bobine, la grandeur de l'aimantation dirigée suivant le plan magnétique, et par la rotation de la sphère de pyrrhotine, la différence entre l'aimantation parallèle et l'aimantation perpendiculaire au plan magnétique. Ces deux quantités sont les mêmes, à la précision des mesures près ($\frac{1}{100}$). L'aimantation perpendiculaire au plan magnétique est donc nulle.

» 2° J'ai cherché à démontrer cette nullité de l'aimantation perpendiculaire au plan magnétique, au moyen d'une expérience de zéro, plus précise que les expériences de mesure. La sphère a été fixée à l'extrémité d'une tige cylindrique en laiton, le plan magnétique perpendiculaire à l'axe du cylindre. On fait glisser cette tige dans la perforation des noyaux d'un électro-aimant, disposé pour les expériences de polarisation rotatoire magnétique. On peut ainsi faire pénétrer la sphère dans une petite bobine fixe, placée dans le champ magnétique, ou l'en retirer. L'impulsion observée au galvanomètre balistique est extrêmement petite, certains indices permettent de l'attribuer à la non uniformité du champ. En supposant que l'on veuille néanmoins l'attribuer à une aimantation perpendiculaire au plan magnétique, on serait conduit à assigner à celle-ci une limite supérieure égale à $\frac{1}{680}$ de l'aimantation dans ce plan. Cette expérience, faite sur deux sphères provenant d'échantillons différents, établit donc avec une entière rigueur l'existence d'une direction suivant laquelle l'aimantation est impossible.

» 3° En faisant tourner la sphère dans le champ magnétique, de façon à la faire passer de la position de nulle aimantation à une position de facile aimantation, par une série de positions intermédiaires, on a déterminé, pour chacune de celles-ci, les composantes de l'aimantation parallèle et de l'aimantation perpendiculaire au champ. Leur résultante donne la grandeur et la direction de l'aimantation. *Cette direction est fixe par rapport au corps et contenue dans le plan magnétique.*

» II. Comparées à la pyrrhotine du Brésil, qui est un corps ferromagnétique possédant une aimantation à saturation notable, de 70 unités environ, les pyrrhotines d'autres provenances sont faiblement magnétiques et doivent être considérées comme des espèces magnétiques différentes.

» J'ai trouvé des susceptibilités comprises entre 0,01 et 0,05 dans le plan magnétique. Cette circonstance rend difficile la démonstration rigoureuse de l'absence d'aimantation en dehors d'un plan déterminé; entre autres difficultés, l'aimantation du support en laiton dont je me suis servi jusqu'à présent cesse d'être négligeable.

» Cependant l'emploi de la méthode de zéro que je viens de décrire permet d'affirmer que l'aimantation perpendiculaire au plan de facile aimantation, si elle existe, est inférieure à

$\frac{1}{15}$ (pyrrhotine de Bavière),
$\frac{1}{17}$ (» New-Jersey),
$\frac{1}{12}$ (» Norvège)

de l'aimantation dans ce plan.

» Il ne me paraît pas douteux que l'étude plus détaillée de ces substances, que je poursuis actuellement, ne permette d'étendre à toutes les pyrrhotines cette propriété de l'aimantation réduite à un plan, si différente de tout ce que l'on est habitué à rencontrer, tant dans les faits expérimentaux du magnétisme que dans les théories au moyen desquelles on les a coordonnés. »

PHYSIQUE. — *Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium.* Note de Mme **Sklodowska Curie** (1), présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié la conductibilité de l'air sous l'influence des rayons de l'uranium, découverts par M. Becquerel, et j'ai cherché si des corps autres que les composés de l'uranium étaient susceptibles de rendre l'air conducteur de l'électricité. J'ai employé pour cette étude un condensateur à plateaux; l'un des plateaux était recouvert d'une couche uniforme d'uranium ou d'une autre substance finement pulvérisée. (Diamètre des plateaux, 8^{cm}; distance, 3^{cm}.) On établissait entre les plateaux une différence de potentiel de 100 volts. Le courant qui traversait le condensateur était mesuré en valeur absolue au moyen d'un électromètre et d'un quartz piézoélectrique.

» J'ai examiné un grand nombre de métaux, sels, oxydes et minéraux (2). Le Tableau ci-après donne, pour chaque substance, l'intensité du courant i en ampères (ordre de grandeur, 10^{-11}). Les substances que j'ai étudiées et qui ne figurent pas dans le Tableau sont au moins 100 fois moins actives que l'uranium.

	Ampères.
Uranium légèrement carburé	24×10^{-12}
Oxyde noir d'uranium U^2O^5	27 »
Oxyde vert d'uranium U^3O^8	18 »
Uranates d'ammonium, de potassium, de sodium, environ	12 »
Acide uranique hydraté	6 »
Azotate d'uranyle, sulfate uraneux, sulfate d'uranyle et de potassium, environ	7 »
Chalcolite artificielle (phosphate de cuivre et d'uranyle)	9 »
Oxyde de thorium en couche de $0^{mm},25$ d'épaisseur	22 »
Oxyde de thorium en couche de 6^{mm} d'épaisseur	53 »
Sulfate de thorium	8 »

(1) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles.

(2) L'uranium employé pour cette étude a été donné par M. Moissan. Les sels et oxydes étaient des produits purs, provenant du laboratoire de M. Étard à l'École de Physique et Chimie. M. Lacroix a bien voulu me procurer quelques échantillons de minéraux de provenance connue, de la collection du Muséum. Quelques oxydes rares et purs ont été donnés par M. Demarçay. Je remercie ces messieurs de leur obligeance.

		Ampères.
Fluoxytantalate de potassium		2×10^{-12}
Fluoxyniobate de potassium et oxyde de cérium		0,3 »
Pechblende de Johanngeorgenstadt		83 »
» dè Cornwallis		16 »
» de Joachimsthal et de Pzibran		67 »
Chalcolite naturelle		52 »
Autunite		27 »
Thorites diverses	de 2 à	14 »
Orangite		20 »
Samarskite		11 »
Fergusonite, monazite, xénotime, niobite, æschinite	de 3 à	7 »
Clèveïte très active.		

» Tous les composés de l'uranium étudiés sont actifs et le sont, en général, d'autant plus qu'ils contiennent plus d'uranium.

» Les composés du thorium sont très actifs. L'oxyde de thorium dépasse même en activité l'uranium métallique.

» Il est à remarquer que les deux éléments les plus actifs, l'uranium et le thorium, sont ceux qui possèdent le plus fort poids atomique.

» Le cérium, le niobium et le tantale semblent être légèrement actifs.

» Le phosphore blanc est très actif, mais son action est probablement d'une autre nature que celle de l'uranium et du thorium. En effet, le phosphore n'est actif ni à l'état de phosphore rouge ni à l'état de phosphates.

» Les minéraux qui se sont montrés actifs contiennent tous des éléments actifs. Deux minéraux d'uranium : la pechblende (oxyde d'urane) et la chalcolite (phosphate de cuivre et d'uranyle) sont beaucoup plus actifs que l'uranium lui-même. Ce fait est très remarquable et porte à croire que ces minéraux peuvent contenir un élément beaucoup plus actif que l'uranium. J'ai reproduit la chalcolite par le procédé de Debray avec des produits purs; cette chalcolite artificielle n'est pas plus active qu'un autre sel d'uranium.

» *Absorption.* — Les effets produits par les substances actives augmentent avec l'épaisseur de la couche employée. Cette augmentation est très faible pour les composés de l'uranium; elle est considérable pour l'oxyde de thorium qui semble ainsi partiellement transparent pour les rayons qu'il émet.

» Pour étudier la transparence des diverses substances, on les place en

plaque mince par dessus la couche active. L'absorption est toujours très forte. Cependant les rayons traversent les métaux, le verre, l'ébonite, le papier sous faible épaisseur. Voici la fraction du rayonnement transmise par une lame d'aluminium d'épaisseur $0^{mm},01$.

$\overset{mm}{0,2}$ pour l'uranium, uranate d'ammoniaque, oxyde uraneux, chalcolite artificielle.
0,33 pour la pechblende et la chalcolite naturelle.
0,4 pour l'oxyde de thorium et le sulfate de thorium en couche de $0^{mm},5$.
0,7 pour l'oxyde de thorium en couche de 6^{mm}.

» On voit que les composés d'un même métal émettent des rayons également absorbés. Les rayons émis par le thorium sont plus pénétrants que ceux émis par l'uranium; enfin, l'oxyde de thorium en couche épaisse émet des rayons beaucoup plus pénétrants que ceux qu'il émet en couche mince.

» *Impressions photographiques.* — J'ai obtenu de bonnes impressions photographiques avec l'uranium, l'oxyde uraneux, la pechblende, la chalcolite, l'oxyde de thorium. Ces corps agissaient à petite distance, soit à travers l'air, soit à travers le verre, soit à travers l'aluminium. Le sulfate de thorium donne des impressions plus faibles et le fluoxytantalate de potassium des impressions très faibles.

» *Analogie avec les rayons secondaires des rayons de Röntgen.* — Les propriétés des rayons émis par l'uranium et le thorium sont très analogues à celles des rayons secondaires des rayons de Röntgen, étudiés récemment par M. Sagnac. J'ai constaté d'ailleurs que, sous l'action des rayons de Röntgen, l'uranium, la pechblende et l'oxyde de thorium émettent des rayons secondaires qui, au point de vue de la décharge des corps électrisés, font généralement plus d'effet que les rayons secondaires du plomb. Parmi les métaux étudiés par M. Sagnac, l'uranium et le thorium viendraient se placer à côté et au delà du plomb.

» Pour interpréter le rayonnement spontané de l'uranium et du thorium on pourrait imaginer que tout l'espace est constamment traversé par des rayons analogues aux rayons de Röntgen mais beaucoup plus pénétrants et ne pouvant être absorbés que par certains éléments à gros poids atomique, tels que l'uranium et le thorium. »

PHYSIQUE. — *Sur un moyen d'augmenter l'intensité et la rapidité d'action des rayons* X. Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Potain. (Extrait.)

« Dès le mois de décembre 1897, en étudiant les eaux minérales au moyen des rayons Röntgen, je m'étais aperçu que les rayons émis par un petit focus, étant conduits directement dans un cylindre de verre entouré de papier d'étain, et partant du focus pour aller à l'écran fluorescent, augmentaient la luminosité de cet écran à son contact avec le cylindre. Quelques radiographies obtenues à l'extrémité du cylindre, comparées à d'autres radiographies faites dans les mêmes conditions, moins le cylindre, étaient sensiblement plus nettes, plus claires et plus rapidement obtenues dans le premier cas que dans le second.

» J'adresse aujourd'hui à l'Académie ([1]) les radiographies obtenues dans seize expériences, choisies dans une cinquantaine, et permettant de constater l'augmentation d'intensité et la rapidité d'action des rayons X, enfermés dans des espaces qui les concentrent sur des points limités.

» Les différences de teintes, de netteté et d'intensité, sont d'ailleurs bien plus sensibles sur les clichés eux-mêmes que sur les tirages sur papier.

» Toutes ces expériences ont été faites dans des conditions identiques : un petit tube bi-anodique, distance de $0^{m},20$, 2 ampères, quatre minutes de pose. Les plaques employées étaient des plaques bleues Lumière, ordinaires (non pour rayons X). J'ai constamment laissé une lame de plomb sous les clichés pendant leur pose.

» *Conclusions.* — Ces expériences, et d'autres encore, me conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° En prenant les rayons X au sortir de l'ampoule qui les produit, et en les condensant dans un espace restreint, limité à la volonté de l'opérateur, et cela dans des chambres de grès, de verre, de zinc, de plomb, etc., on augmente leur action sur les plaques radiographiques.

» 2° Cette augmentation d'action se traduit par une action plus profonde

---

([1]) Le 24 janvier dernier, l'Académie a bien voulu accepter le dépôt d'un pli cacheté, inscrit sous le n° 5979, dans lequel je prenais date pour les constatations que j'avais déjà faites.

sur les objets, qui sont plus complètement traversés, et qui finissent presque par disparaître sur la plaque photographique; la plaque elle-même, après le développement et la fixation, est incapable de donner une épreuve aussi claire et aussi nette que le cliché obtenu dans les mêmes conditions, mais sans condensateur.

» 3° Si la pose a été suffisamment courte pour ne pas donner des épreuves en quelque sorte brûlées, les objets radiographiés sont plus nets et présentent plus de détails avec le condensateur que sans le condensateur.

» 4° L'emploi d'un condensateur approprié pourra donc servir à diminuer, en clinique, la durée des poses, et à fournir des épreuves plus nettes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons de la pyridine et de la triméthylamine avec les acides formique et acétique.* Note de M. G. **André**.

« I. J'ai décrit récemment (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1187) des combinaisons que les acides formique, acétique, propionique contractaient avec la pyridine et j'ai montré le caractère instable des liquides ainsi obtenus. Quand on prend la densité de vapeur de ces combinaisons, on constate qu'elles sont complètement dissociées en leurs éléments, ce qui était presque évident *a priori*. Ainsi le composé $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$, dont le poids moléculaire est de 388, a fourni, calculé d'après sa densité de vapeur, le chiffre de 56,3, soit le septième du poids moléculaire réel. Le composé $3C^2H^4O^2.2C^5H^5Az$, dont le poids moléculaire est de 338, a fourni 70,7, soit le cinquième environ du poids moléculaire réel.

» J'ajouterai que l'on peut facilement préparer le composé $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$ en distillant, après l'avoir chauffé quelque temps au réfrigérant ascendant, un mélange de molécules égales d'acide oxalique et de pyridine. Après plusieurs rectifications, on isole une portion assez abondante qui bout à 150°-151° (corrigé) ($H = 760^{mm}$) et qui répond à la formule ci-dessus.

» II. J'ai déterminé la chaleur de formation de ces composés par deux voies. Soit d'abord $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$. 1° La chaleur de dissolution de l'acide formique a été trouvée égale, vers 10°, à $+0^{Cal},13$ (soit $+0^{Cal},65$ pour 5 molécules); celle de la pyridine est de $+2^{Cal},7$ (soit $5^{Cal},4$ pour

2 molécules); la chaleur de neutralisation de $5CH^2O^2$ dissous par $2C^5H^5Az$ dissous a été trouvée de $+8^{Cal},3$; la chaleur de dissolution du composé $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$ dans un excès d'eau a donné $-0^{Cal},9$. On en tire donc

$$x - 0^{Cal},9 = +0^{Cal},65 + 5^{Cal},4 + 8^{Cal},3;$$

d'où

$$5CH^2O^2.2C^5H^5Az \text{ liquide dégage } +15^{Cal},25.$$

2° J'ai fait agir directement, dans un petit tube de verre maintenu au sein d'une masse d'eau déterminée, contenue dans le calorimètre, 5 molécules d'acide formique sur 2 molécules de pyridine, ce qui m'a fourni, pour la chaleur de formation de $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$ liquide, le chiffre de $+15^{Cal},3$.

» La combinaison acétique a donné les chiffres suivants : chaleur de dissolution de trois molécules $C^2H^4O^2 = +1^{Cal},2$; chaleur de dissolution de deux molécules $C^5H^5Az = +5^{Cal},4$; chaleur de neutralisation de $3C^2H^4O^2$ dissous par $2C^5H^5Az = +7^{Cal}$; chaleur de dissolution du composé $3C^2H^4O^2.2C^5H^5Az$ dans un excès d'eau $= +7^{Cal},85$. On en tire donc

$$x + 7^{Cal},85 = +1^{Cal},2 + 5^{Cal},4 + 7^{Cal};$$

d'où

$$3C^2H^4O^2.2C^5H^5Az \text{ liquide dégage } +5^{Cal},75.$$

Or on a obtenu, par l'action directe de l'acide acétique sur la pyridine, le chiffre $+5^{Cal},9$.

» III. J'ai ensuite examiné la façon dont se comportent à la distillation les acides formique et acétique dans lesquels on a dissous de la triméthylamine. J'ai fait passer, dans de l'acide formique pur, un courant de triméthylamine pure en refroidissant bien; il s'est formé des cristaux extrêmement déliquescents, que j'ai redissous à une faible chaleur, et j'ai distillé le liquide. Il s'est dégagé d'abord de la triméthylamine, mais il n'a passé, jusqu'à 180°, que quelques gouttes de liquide. Entre 180° et 185° ($H = 756^{mm}$), la totalité du liquide a distillé. Celui-ci a fourni à l'analyse les chiffres suivants : $C = 36,91$, $H = 7,89$, $Az = 8,04$ pour 100, ce qui répond assez sensiblement à la formule $5CH^2O^2.2(CH^3)^3Az$, qui demande $C = 37,92$, $H = 8,04$, $Az = 8,04$. Cette portion, soumise à la redistillation, passait presque en totalité à 178°,5-180° ($H = 749^{mm},5$).

» Ce liquide, distillé dans le vide, bout à point fixe à 95°,5 ($H = 16^{mm}$); il ne change pas de composition, ainsi que l'indiquent les chiffres suivants : $C = 37,14$, $H = 7,86$, $Az = 8,09$. A l'état de vapeur, ce composé, dont le

poids moléculaire est de 348, est complètement dissocié. Sa densité de vapeur est égale à 1,69, ce qui conduit à un poids moléculaire de 48,8, soit le septième du poids réel.

» J'ai procédé de même avec l'acide acétique et la triméthylamine. Le liquide obtenu, soumis à la distillation, n'a fourni, jusqu'à 150°, que des traces de matière. La presque totalité a passé entre 150° et 154°, surtout à 154° (H = 755^{mm},5), quelques gouttes seulement au delà de cette température. L'analyse a donné pour la composition de ce liquide : C = 43,77, H = 8,49, Az = 4,76 pour 100 ; la formule $4C^2H^4O^2.(CH^3)^3Az$ demande C = 44,14, H = 8,96, Az = 4,68. Distillé dans le vide, ce liquide a passé en presque totalité à 80°-81° (H = 37^{mm}) et n'a pas changé de composition, car on a trouvé : C = 44,14, H = 8,61, Az = 5,31.

» A l'état de vapeur, il est, comme le précédent, complètement dissocié. Sa densité de vapeur a donné le chiffre 2,08, ce qui répond au poids moléculaire de 60 ; or le poids moléculaire de $4C^2H^4O^2.(CH^3)^3Az$ est de 299, soit cinq fois plus fort.

» Remarquons que les combinaisons que la triméthylamine contracte avec les acides formique et acétique semblent plus stables que celles que contracte la pyridine avec les mêmes acides : la combinaison formique a le même type de formule que celle qui est obtenue avec la pyridine ; la combinaison acétique est plus riche en acide. Ces deux combinaisons avec la triméthylamine présentent un point d'ébullition très notablement plus élevé que celui de leurs composants.

» Je n'ai rien obtenu en distillant un mélange d'acide acétique et de diméthylaniline ; il y a, après deux tours de fractionnement, séparation pure et simple des deux composants. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Influence de mouvements de vague sur le développement des larves de grenouille.* Note de M. ÉMILE YUNG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note relative à l'action de l'eau salée sur le développement des larves de *Rana esculenta*, présentée à l'Académie en 1885 (¹), j'ai fait allusion à des expériences destinées à déterminer l'influence de l'agitation

(¹) *Comptes rendus*, t. CI, page 113.

de l'eau sur ces mêmes larves. Ces expériences ont été poursuivies depuis cette époque et répétées cinq fois. Étant donné que les Batraciens déposent naturellement leurs œufs dans les eaux calmes des marais et des petits lacs, il y avait, en effet, intérêt à les soumettre, toutes choses (température, éclairage, alimentation, etc.) demeurant égales d'ailleurs, à des conditions mécaniques totalement différentes.

» L'appareil qui m'a servi dans ce but consiste en un agitateur composé d'un large plateau suspendu au plafond par des fils métalliques de 3^{m} de long et animé de mouvements saccadés, au moyen d'une bielle excentrique mue par un petit moteur Edison, actionné lui-même par une pile de Bunsen de très grande dimension. Les vases renfermant les têtards sont assujettis au plateau de sorte que, quand celui-ci est en mouvement, la masse entière de leur contenu est secouée de fortes trépidations et la surface de l'eau parcourue de vagues de 5^{cm} à 6^{cm} de hauteur.

» Voici les résultats obtenus dans ces conditions :

» 1° Les œufs de grenouille fraîchement fécondés ne tardent pas à périr à cause des troubles qui surviennent dans la marche de la segmentation ou celle de la formation des feuillets blastodermiques. Je reviendrai plus tard sur ces altérations qui sont de nature à intéresser les embryogénistes.

» 2° Lorsque les œufs sont déjà embryonnés au début de l'expérience, leur développement se poursuit, mais la mortalité est grande, surtout pendant les premières semaines. Au moment de l'éclosion des jeunes têtards, beaucoup d'entre eux sont dispersés dans le vase et, ne trouvant pas la force de lutter contre les vagues pour revenir à l'albumine qui constitue leur premier aliment, meurent d'inanition. Les autres, qui réussissent à manger, grandissent. Toutefois, leur croissance, comparée à celle de têtards provenant de la même ponte et servant de témoins élevés dans des vases identiques, mais non agités, est notablement retardée.

» La moyenne des survivants, à l'époque d'apparition des pattes postérieures, a été de 16 pour 100 (moyenne des cinq séries d'expériences, portant chacune sur 100 individus éclos), et le retard moyen sur les têtards témoins a été de vingt-huit jours. A l'apparition des pattes antérieures, la moyenne des survivants a été réduite à 5 individus et le retard sur les témoins a été de quarante-deux jours. Les expériences, poursuivies jusqu'au 15 novembre, n'ont jamais fourni de jeunes grenouilles. A cette époque, les survivants, au nombre de *deux* en moyenne, étaient âgés de près de huit mois et demeuraient à l'état de têtards alors que leurs frères témoins s'étaient tous transformés en grenouilles dans le courant du troisième mois. L'agitation de l'eau paraît être incompatible avec la métamorphose dernière.

» 3° Les têtards agités se distinguent des autres par le développement remarquable de leur queue en longueur et en diamètre, comparée aux dimensions totales du corps, et par le développement des formations cornées de leur vestibule buccal, qui, l'un et l'autre, sont sans doute des conditions de leur survivance.

» 4° Les têtards agités ont, à l'âge de huit mois, une taille monstrueuse, semblable à celle des têtards élevés à basse température pendant une année.

» L'agitation du liquide ne s'oppose donc pas à la croissance, mais seulement à la résorption de la queue. Les circonstances ne m'ayant pas permis de prolonger l'expérience au delà de huit mois, je m'abstiens de conjectures sur le sort ultérieur de têtards élevés dans de telles conditions. »

M. J.-J. Andeer adresse de nouvelles observations relatives au ramollissement des os par l'emploi de la phloroglucine.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 avril 1898.

Les actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. Rédacteur : M. George-F. Jaubert, Docteur ès Sciences. Tome III. N°s 1 et 2. Paris, G. Carré et C. Naud; 2 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome II. N° 3. Mars 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société zoologique de France, pour l'année 1897. Tome XXII. Paris, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin, Secrétaire annuel. N° 14. Séance du 5 avril 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

L'Intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur : Alfred Binet; Directeur adjoint : Victor Henri. 5 avril 1898. N° 11. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. 3e série. Tome XX. Mars 1898. Paris; 1 fasc. in-8°.

Soleil, Terre et Électricité (Un chapitre de la théorie nouvelle de l'Univers), par le professeur Ir. Skovortzow. Kharkow, 1898; 1 broch. in-8°.

Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande. Volume quinzième. Première livraison. Observations météorologiques faites à Helsingfors en 1896. Helsingfors, 1897; 1 vol. in-4°.

The Proceedings and transactions of the Nova Scotian Institute of Science; Halifax (Nova Scotia). Session of 1896-97. Volume IX. Part. 3. Halifax, 1897; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDROGRAPHIE. — *Expression des coefficients de la marée au moyen d'une somme de termes périodiques;* par M. HATT.

« La lecture d'un Mémoire de M. Thiébaut concernant la loi des variations des coefficients de la marée, Mémoire présenté à l'Académie, m'a conduit à chercher une solution de cette question par une voie un peu différente, en procédant synthétiquement au moyen d'un développement en termes périodiques des coefficients lunaires et solaires dont la combinaison forme le coefficient proprement dit de la marée semi-diurne.

» Je rappelle que le coefficient lunaire ou solaire a pour expression

$$i^3 \cos^2 v,$$

i désignant le rapport de la parallaxe à sa valeur moyenne et v la déclinaison de l'astre. Si l'on convient d'accentuer les lettres pour le Soleil et si l'on appelle φ l'excès de l'ascension droite de la Lune sur celle du Soleil, A et A′ les quantités $0,743\, i^3 \cos^2 v$ et $0,257\, i'^3 \cos^2 v'$, on aura pour l'expression du coefficient de la marée semi-diurne

$$(A^2 + A'^2 + 2AA' \cos 2\varphi)^{\frac{1}{2}}.$$

» C'est à cette formule que répondent les chiffres publiés par l'*Annuaire des Marées des Côtes de France* et par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et dont le produit par l'unité de hauteur d'un port permet d'évaluer approximativement la hauteur de la pleine mer au-dessus du niveau moyen, dans ce port. Aux époques des syzygies 2φ est zéro et l'expression du coefficient des marées de vive eau devient $A + A'$ ou

$$0,743\, i^3 \cos^2 v + 0,257\, i'^3 \cos^2 v'.$$

Les nombres 0,743 et 0,257 sont dans le rapport 2,894 à 1, rapport des actions de la Lune et du Soleil.

» L'expression $i^3 \cos^2 v$ peut être développée en fonctions périodiques des variables considérées dans l'Analyse harmonique et qui sont, suivant les notations de M. Darwin, s et p, longitudes moyennes de la Lune et du périgée lunaire, h et p_1, longitudes moyennes du Soleil et du périgée solaire. Il convient en outre d'introduire la variable N, longitude moyenne du nœud de l'orbite lunaire, qui n'entre pas directement dans les expressions de l'Analyse harmonique pour lesquelles on admet toujours une valeur moyenne annuelle de cet élément. Mais on rencontre dans ces expressions, comme dépendant de N, la variable désignée par ξ et qui n'est autre que la longitude de l'intersection de l'orbite de la Lune avec l'équateur, longitude comptée sur cette orbite.

» Si l'on appelle ω l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur et α celle de l'orbite lunaire sur l'écliptique, on aura

$$\cot(N - \xi) \sin N = \cos N \cos\alpha + \sin\alpha \cot\omega.$$

» En introduisant dans cette formule les valeurs numériques de ω et α, on obtient, pour des valeurs successives de N, celles correspondantes de $\sin 2\xi$ et $\cos 2\xi$; il est possible ainsi de déterminer empiriquement les coefficients d'un développement de ces fonctions en termes périodiques dépen-

dant des multiples de N. Les formules obtenues sont

$$\sin 2\xi = 0{,}4054 \sin N - 0{,}0449 \sin 2N - 0{,}0093 \sin 3N - 0{,}0020 \sin 4N + \ldots,$$

$$\cos 2\xi = 0{,}9570 + 0{,}0098 \cos N - 0{,}0409 \cos 2N - 0{,}0093 \cos 3N + 0{,}0020 \cos 4N + \ldots.$$

» Cela posé, le calcul de $\cos^2 v$, le seul qui présente quelque complexité, résultera des formules suivantes :

» l désignant la longitude de la Lune dans l'orbite, comptée à partir de son intersection avec l'équateur, et I l'inclinaison de cette orbite sur l'équateur, on a

$$\cos^2 v = \cos^2 l + \sin^2 l \cos^2 \mathrm{I},$$
$$\cos \mathrm{I} = \cos\alpha \cos\omega - \sin\alpha \sin\omega \cos N.$$

» Introduisant les valeurs numériques de α et ω, on obtiendra

$$\cos^2 v = 0{,}9177 + 0{,}0823 \cos 2l - 0{,}0326 \cos N - 0{,}0163 [\cos(2l - N) - \cos(2l + N)] - 0{,}0003 \cos 2N - 0{,}0002 [\cos(2l - 2N) - \cos(2l - 2N)].$$

» D'après les relations et formules adoptées dans l'Analyse harmonique, on a

$$2l = 2(s - \xi) + 4e \sin(s - p) + \tfrac{5}{2} e^2 \sin 2(s - p) - \tfrac{15}{2} me \sin(s - 2h - p) - \tfrac{11}{4} m^2 \sin(2s - 2h),$$

et, d'autre part,

$$i^3 = \frac{1}{(1-e^2)} \left[1 - \tfrac{3}{2} e^2 - 3e \cos(s - p) - \tfrac{9}{2} e^2 \cos(2s - 2p) + \tfrac{15}{4} me \cos(s - 2h - p) + 3m^2 \cos(2s - 2h) \right].$$

» Les variables s, p et ξ ont été définies plus haut, e désigne l'excentricité de l'orbite lunaire; dans les deux derniers termes de chaque développement, qui se rapportent aux inégalités de l'évection et de la variation, m est le rapport du moyen mouvement du Soleil à celui de la Lune, h la longitude moyenne du Soleil.

» Remplaçant $2l$ par sa valeur dans $\cos^2 v$, après avoir exprimé ξ en fonction de N, faisant le produit $i^3 \cos^2 v$ et traduisant numériquement tous

les coefficients, il viendra

$$\begin{aligned} i^3 \cos^2 v = {} & 0,922 + 0,153 \cos(s-p) + 0,078 \cos 2s - 0,033 \cos \mathrm{N} \\ & + 0,033 \cos(2s - \mathrm{N}) + 0,016 \cos(3s - p) + 0,013 \cos(2s - 2p) \\ & + 0,028 \cos(s - 2h + p) + 0,023 \cos(2s - 2h) + 0,006 \cos(3s - p - \mathrm{N}) \\ & - 0,003 \cos(s - p + \mathrm{N}) - 0,003 \cos(s - p - \mathrm{N}) + 0,002 \cos(3s - 2h + p) \\ & + \ldots \end{aligned}$$

» Le développement du coefficient solaire exigera un nombre de termes beaucoup plus restreint car on n'a d'autre inégalité à considérer que l'équation du centre et l'excentricité de l'orbite est très faible :

$$\begin{aligned} i'^3 \cos^2 v' = 0,921 + 0,079 \cos 2h + 0,046 \cos(h - p_1) \\ + 0,005 \cos(3h - p_1) + \ldots \end{aligned}$$

» Les mouvements diurnes des variables considérées sont :

Pour s	$13°,1763960$
Pour h	$0,9856464$
Pour p	$0,1114032$
Pour N	$-0,0529540$

» Le périgée solaire est sensiblement immobile, car la variation de p_1 est $1°,71$ par siècle.

» En bornant les recherches au cas des syzygies, on peut simplifier notablement le premier développement, surtout si l'on envisage uniquement les grandes lignes de la loi de variation du coefficient. Il suffit de remarquer qu'aux environs des syzygies on a sensiblement $2s = 2h$; le terme $0,023 \cos(2s - 2h)$, qui provient de la variation, devient constant et sa valeur vient s'ajouter à la constante 0,922. D'autre part, le terme $0,028 \cos(s - 2h + p)$, répondant à l'évection, nous donne

$$0,028 \cos(s - p)$$

qui s'ajoute à $0,153 \cos(s - p)$.

» Pour opérer *grosso modo*, réduisons le développement lunaire à ses trois premiers termes ainsi modifiés et le développement solaire aux deux premiers termes, il viendra, pour le coefficient de syzygie, en faisant $2s = 2h$,

$$0,743\, i^3 \cos^2 v + 0,257\, i'^3 \cos^2 v' = 0,939 \pm 0,135 \cos(h - p) + 0,078 \cos 2h.$$

Le signe + se rapportera aux nouvelles Lunes et le signe − aux pleines Lunes.

» Cette formule, où ne figurent plus que les deux variables h et p, suppose évidemment que la Lune se meut dans le plan de l'écliptique et que l'excentricité de l'orbite solaire est négligeable. La valeur maximum du coefficient, obtenue en faisant $h = 0$ et $p = 0$, serait 1,152, résultat qui ne diffère pas beaucoup du maximum 1,18 que l'on obtient avec la formule complète.

» La discussion est très aisée en partant de la formule simplifiée : il faut remarquer toutefois que les arguments $h - p$ et $2h$ ne devront varier que d'une manière discontinue. La progression entre deux demi-lunaisons consécutives est de 12°,91 pour $h - p$ et 29°,11 pour $2h$. On retrouve ainsi les principaux résultats obtenus par M. Thiébaut, sur lesquels il n'y a pas lieu de revenir ici.

» Mais il convient de signaler, à cette occasion, les valeurs du coefficient qui répondent aux syzygies d'équinoxe. En faisant $h = 0$ ou $h = 180$, on obtient pour le coefficient l'expression $1,017 \pm 0,135 \cos p$; le signe + répondant, pour l'équinoxe du printemps, à une conjonction des astres, et pour l'équinoxe d'automne à une opposition. La constante 1,017 est évidemment la valeur moyenne du coefficient en syzygie d'équinoxe.

» Cette valeur étant supérieure à 1, on obtiendra un chiffre plus grand que l'unité de hauteur d'un port en faisant la moyenne de toutes les hauteurs de syzygies d'équinoxe observées dans ce port pendant une très longue période, celle de la révolution des nœuds de la Lune, par exemple. C'est ainsi que l'on a opéré pour Brest au commencement du siècle.

» La définition actuelle du coefficient est, à cet égard, un peu différente de celle qu'avait adoptée Laplace. D'après la formule énoncée ci-dessus pour les syzygies, $0,743 i^3 \cos^2 v + 0,257 i'^3 \cos^2 v'$, le coefficient est l'unité quand, à une déclinaison nulle des deux astres, correspondent des valeurs de i et i' égales à l'unité, c'est-à-dire quand les astres sont à leurs moyennes distances absolues.

» Suivant la conception de Laplace, il s'agit de la distance moyenne de la Lune en syzygie, distance systématiquement diminuée par l'inégalité de la variation, en sorte que, dans le cas des syzygies d'équinoxe, le coefficient serait l'unité.

» Nous pouvons remarquer encore que le coefficient moyen, obtenu en considérant toutes les syzygies indifféremment, est 0,94.

» En opérant pour les quadratures des réductions analogues entre le

terme constant lunaire et celui de la variation, d'une part, et entre le terme parallactique lunaire et celui de l'évection, on obtiendra la formule suivante, exprimant approximativement les coefficients des marées de morte eau :

$$0,431 \mp 0,093 \sin(h - p) - 0,078 \cos 2h.$$

» Le signe — se rapporte au premier quartier, le signe + au dernier quartier. Le coefficient moyen des marées de morte eau est donc 0,43.

» Les chiffres moyens adoptés jusqu'à présent, d'après le dépouillement empirique des Tableaux publiés par l'*Annuaire des marées*, étaient, pour les syzygies, 0,93, et pour les quadratures, 0,45.

» La dernière formule donnerait, pour le coefficient minimum, 0,26. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales doubles de fonctions algébriques.* Note de M. **Émile Picard**.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 24 janvier 1898), je me suis occupé de la réduction des intégrales doubles de la forme

$$(1) \qquad \int\int \frac{M(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z} \qquad [f(x, y, z) = 0],$$

M étant un polynome en x, y et z. J'ai montré, en particulier, que le degré du polynome M pouvait être ramené au degré $2m - 4$ (en désignant par m le degré de la surface f), et c'est de là que je pars pour évaluer le nombre des intégrales doubles de *seconde espèce*. En fait la réduction, au point de vue du degré du polynome M, est en général susceptible d'être poussée plus loin ; cela tient à ce que l'inégalité fondamentale dans cette réduction (voir page 299 de ce Tome) peut être remplacée par une inégalité qui limite davantage l'entier p. Au lieu de l'inégalité écrite (*loc. cit.*), on devra envisager celle-ci

$$\frac{(p+1)(p+2)(p+3)}{3} - \frac{(p-m+2)(p-m+3)(p-m+4)}{6}$$
$$> (p+m-1)m(m-1) - \frac{m(m-1)(2m-5)}{2}.$$

» Si p_0 désigne le plus grand nombre entier positif pour lequel cette inégalité n'est pas vérifiée, le degré de M peut être réduit à p_0. La valeur précédemment indiquée $2m - 4$ est supérieure à p_0, mais la valeur de p_0

est une fonction de m qui n'est pas susceptible d'une expression simple : aussi, au point de vue des réductions ultérieures, il est préférable de partir du degré $2m - 4$. La recherche du degré minimum peut toutefois, dans certains cas, présenter quelque intérêt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la tétraméthyl-diamido-benzophénone.* Note de M. E. GRIMAUX.

« La tétraméthyl-diamido-benzophénone

$$CO\begin{cases} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{cases}$$

fournit, comme on le sait, un grand nombre de matières colorantes (violet cristallisé, bleu Victoria, auramine, etc.). J'ai voulu savoir quelle serait l'influence, sur la nature des couleurs, de l'introduction du brome et du groupe AzO^2 dans la molécule de la tétraméthyl-diamido-benzophénone, et, à cet effet, j'en ai préparé le dérivé dinitré et le dérivé dibromé.

» *Dérivé dinitré* : $CO\begin{cases} C^6H^3(AzO^2)Az(CH^3)^2 \\ C^6H^3(AzO^2)Az(CH^3)^2 \end{cases}$. — On dissout la cétone dans 20 parties d'acide sulfurique ordinaire, on ajoute 2 molécules d'azotate de potassium, on mélange intimement et on laisse en contact vingt-quatre heures ; on verse alors dans l'eau et l'on sature la solution par le carbonate de sodium. Le précipité dont le poids correspond au rendement théorique est une poudre orangée que l'on purifie en la dissolvant à l'ébullition dans 20 parties d'acétone, et ajoutant à la solution son égal volume d'eau tiède. Il se sépare peu à peu de petits cristaux orangés qu'on peut obtenir assez volumineux en les redissolvant dans l'acétone et abandonnant la solution à l'évaporation lente ; ils sont orangés, présentent beaucoup d'éclat et ressemblent au bichromate d'ammoniaque. Ils fondent à 165°-166°.

» La nitration ayant été faite en présence d'un grand excès d'acide sulfurique, il est probable que les groupes AzO^2 se sont placés en méta, et que le dérivé dinitré doit être représenté par la formule

$Az(CH^3)^2$ $Az(CH^3)^2$

AzO^2 AzO^2.

CO

» Réduit au bain-marie par un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorure stanneux, il fournit une base incristallisable qui, par dessiccation, se convertit en une résine dure, facile à pulvériser, fusible entre 66° et 69°, et donnant un picrate cristallisé.

» *Dérivé bromé.* — On prépare le dérivé bromé de la cétone en la dissolvant dans 10 parties de chloroforme et y ajoutant peu à peu 2 molécules de brome. On chasse le chloroforme au bain-marie et l'on reprend le résidu par l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. Les solutions acides sont précipitées par l'ammoniaque; le précipité blanc, après dessiccation, est cristallisé dans 25 parties d'alcool bouillant.

» La cétone dibromée

$$C^{17}H^{15}Br^2Az^2O = CO\left\langle\begin{matrix} C^6H^3BrAz(CH^3)^2 \\ C^6H^3BrAz(CH^3)^2 \end{matrix}\right.$$

cristallise en prismes durs, brillants, fusibles à 130°-131°.

» La cétone dinitrée et la cétone dibromée ont été condensées avec la diméthylaniline et la phényl-α-naphtylamine par le procédé aux chlorures de phosphore et ont donné de nouvelles matières colorantes; mais celles-ci sont plus ternes que les couleurs correspondantes non nitrées et non bromées; elles paraissent cependant avoir plus de résistance au savon.

» L'introduction du brome et du groupe AzO^2 dans les colorants dérivés de la tétraméthyl-diamido-benzophénone ne paraît donc pas avantageuse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le sucre et la graisse, au point de vue de leur valeur nutritive respective, chez le sujet constamment tenu au repos. Cette valeur est la même que chez le sujet qui travaille;* par M. A. Chauveau.

« Toutes mes Communications précédentes, sur la valeur nutritive des substances alimentaires, particulièrement le sucre et la graisse, concernent la condition du sujet qui travaille [1]. J'ai dit, dans l'avant-dernière de ces Communications, que les conclusions relatives à cette condition du sujet qui travaille ont grand'chance d'être également applicables à la condition du sujet tenu au repos. Chez celui-ci, en effet, l'activité du système musculaire est encore très grande. Donc la dépense énergétique, c'est-à-dire la consommation de glycogène qu'entraîne cette activité, dépense incompa-

[1] *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1070, et t. CXXVI, p. 795 et 1072.

rablement supérieure à celle de tous les autres travaux physiologiques, dans le cas d'exercice, continue à présenter cette supériorité dans le cas de repos. Il en résulte nécessairement que *la théorie de l'identification de la valeur nutritive des aliments, avec leur valeur énergétique ou thermogène, serait aussi bien en défaut dans ce dernier cas que dans le premier.* Il y a lieu d'en donner maintenant les preuves. Elles abondent dans mes expériences. Il suffira d'en citer deux :

» Dans la première, on cherche à réaliser un accroissement de poids du sujet, avec des régimes alimentaires différents, et à voir si l'accroissement, témoin de la valeur nutritive de la ration, est fonction de la valeur énergétique de cette ration.

» Dans la deuxième, deux rations différentes, considérées comme isotrophiques, d'après les résultats des expériences sur le sujet qui travaille, sont données à un sujet qui ne travaille pas, et l'on constate comment, dans cette dernière condition, il s'entretient avec les deux rations.

» Première Expérience. — Le sujet est la chienne dont il est question dans mes précédentes Notes. Après une période de préparation, pendant laquelle l'animal est habitué aux divers régimes qu'il devra suivre, on ouvre une période d'expérimentation régulière qui dure soixante-dix jours, du 14 décembre 1896 au 22 février 1897.

» Cinq séries d'expériences sont faites pendant cette période, pour comparer l'influence que la substitution réciproque du sucre et de la graisse, en proportions variées, peut exercer sur le croît de l'animal quand la valeur nutritive de la ration dépasse plus ou moins les besoins de l'entretien.

» Dans toutes ces séries, la ration fondamentale (journalière) a été de 400^{gr} de viande, valant environ 383^{Cal}. Elle était additionnée d'une ration complémentaire de graisse ou de sucre ayant les valeurs suivantes :

Première série (du 14 au 22 décembre 1896)........	55^{gr} de graisse	valant	517^{Cal}
Deuxième série (du 26 décembre au 5 janvier 1897)..	121 de sucre	»	479,4
Troisième série (du 10 au 20 janvier)................	80 de graisse	»	752,2
Quatrième série (du 27 janvier au 7 février).........	51 de graisse	»	479,4
Cinquième série (du 12 au 22 février)..............	121 de sucre	»	479,4

» Entre chaque série, le sujet était mis en inanition, pour être ramené au poids de 17^{kg} environ. De cette manière, le croît avait toujours à peu près le même point de départ et se prêtait ainsi à des comparaisons aussi exactes que possible. Les autres conditions nécessaires à l'exactitude des comparaisons n'ont pas manqué, du reste. Ainsi, pendant les soixante-dix jours qu'ont duré les expériences, la santé de l'animal parut constamment et également bonne. Les fèces, un peu plus abondantes pendant les séries-sucre, surtout pendant la dernière, le furent pourtant beaucoup moins que plus tard, au cours des expériences avec travail.

» Les Tableaux suivants résument les résultats obtenus et les conclusions qu'on en peut tirer. A se rapporte aux séries-graisse, B aux séries-sucre.

TABLEAU I. — *Résultats totalisés de la première expérience.*

	I. N° d'ordre et durée des séries.	II. Poids total de la viande donnée comme ration fondamentale.	III. Poids total du sucre ou de la graisse donnés comme rations complémentaires.	IV. Valeur énergétique (en calories) des rations fondamentales.	V. Valeur énergétique (en calories) des rations complémentaires.	VI. Valeur énergétique totale (en calories) des rations administrées.	VII. Poids gagné représentant l'excédent de valeur nutritive des rations.	VIII. Nombre de calories des rations totales répondant à 1 gramme d'accroissement.	IX. Nombre de calories des rations complémentaires répondant à 1 gramme d'accroissement.
		gr	gr	Cal	Cal	Cal	gr	Cal	Cal
A.	N° 1 (9 jours)	3600	495	3449	4653	8102	750	10,803	6,220
	N° 3 (11 jours)	4400	880	4215	8272	12487	1350	9,249	6,127
	N° 4 (12 jours)	4800	612	4598	5753	10351	620	16,695	9,279
	Ensemble (32 j.)	12800	1987	12262	18678	30940	2720	11,375	**6,867**
B.	N° 2 (11 jours)	4400	1331	4215	5273	9488	1315	7,215	4,009
	N° 5 (11 jours)	4400	1331	4215	5273	9488	875	10,843	6,026
	Ensemble (22 j.)	8800	2662	8430	10546	18976	2190	8,665	**4,815**

» La signification des faits résumés dans ce Tableau I est donnée par la comparaison des nombres appartenant respectivement à A (graisse) et B (sucre) dans les deux dernières colonnes VIII et IX [1]. J'appelle plus particulièrement l'attention sur les deux nombres imprimés en chiffres gras. Ils indiquent combien il a fallu de calories pour obtenir un croît de 1gr avec les rations complémentaires de graisse et de sucre. Or, on voit que ce croît de 1gr, avec la ration graisse, répond à la consomma-

[1] Est-il besoin de faire remarquer que ces nombres des colonnes VIII et IX n'ont que la valeur proportionnelle empruntée à la comparaison qu'on en peut faire entre eux. La plus grande partie de la ration totale est employée à l'entretien simple, *sans croît*. L'excédent seul, excédent indéterminé, passe dans le *croît*, consistant dans la fixation d'une certaine quantité d'albuminoïdes, de glycogène (?), et surtout de graisse. Lawes et Gilbert, dans leurs calculs, raisonnent comme si la graisse alimentaire se fixait en nature et attribuent aux hydrates de carbone la propriété de se transformer en graisse, dans la proportion de 2,45 d'hydrate de carbone pour 1 de graisse. Je n'ai aucune raison de penser que, sur mon sujet, les choses se soient passées autrement, pour la partie de la ration excédant les besoins de l'entretien simple. Mais je n'ai pas davantage de motifs d'affirmer qu'il en a été ainsi, quoique toutes les probabilités soient en faveur de cette affirmation. J'avais pensé trouver, dans mes nombreux documents, ceux qui m'auraient permis de me prononcer nettement. Mais je suis obligé de reconnaître qu'ils sont trop incomplets. C'est une étude nouvelle à faire. Elle ne se rattache heureusement que très indirectement à mon étude actuelle. Il n'y a aucun inconvénient à l'ajourner.

tion d'un potentiel valant $6^{Cal},867$, tandis que, avec la ration sucre, le même croît de 1^{gr} répond à la consommation d'un potentiel valant seulement $4^{Cal},815$. Différence en faveur du sucre : $2^{Cal},052$. Rapport exprimant la valeur de l'avantage appartenant au sucre : $\frac{6,867}{4,815} = 1,426$.

» Donc, *chez le sujet au repos, comme chez celui qui travaille, la valeur nutritive du sucre et de la graisse n'est pas fonction de la valeur énergétique de ces deux substances. A valeur énergétique moindre, la ration-sucre exerce sur l'entretien une action plus favorable que la ration-graisse.*

» Dans le Tableau II, on a représenté le résultat journalier moyen de chaque série, calculé avec les nombres du premier Tableau.

Tableau II. — *Résultats moyens de la première expérience pour chaque période de vingt-quatre heures.*

	I. N° d'ordre des séries	II. Poids de la viande formant la ration fondamentale	III. Poids du sucre ou de la graisse formant la ration complémentaire	IV. Valeur énergétique en calories de la ration fondamentale	V. Valeur énergétique en calories de la ration complémentaire.	VI. Valeur énergétique totale de la ration.	VII. Poids gagné représentant l'excédent de valeur nutritive de la ration	VIII. Rapport de la valeur de l'accroissement à la valeur énergétique de la ration totale $\left(\frac{VII}{VI}\right)$	IX. Rapport de la valeur de l'accroissement à la valeur énergétique de la ration complémentaire $\left(\frac{VII}{V}\right)$
		gr	gr	Cal	Cal	Cal	gr		
A.	N° 1	400	55	383,5	517	900,5	83,33	0,092	0,161
	N° 3	400	80	383,5	752	1135,5	122,72	0,108	0,163
	N° 4	400	51	383,5	**479,4**	**862,9**	**51,66**	0,060	**0,108**
	Moy. d'ensemble	400	62	383,5	582,8	966,3	85,90	0,088	**0,145**
B.	N° 2	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	**119,54**	0,139	**0,249**
	N° 5	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	**79,54**	0,092	**0,166**
	Moy. d'ensemble	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	99,54	0,115	**0,207**

» Des deux nombres en chiffres gras de la colonne IX ressort encore dans ce Tableau II la supériorité de la valeur nutritive du sucre, eu égard à sa valeur énergétique. Pour la ration-graisse, le rapport entre ces deux valeurs s'exprime par la fraction 0,145; pour la ration-sucre, le rapport est 0,207; c'est-à-dire que la valeur nutritive de la graisse étant estimée 1, celle du sucre est $\frac{207}{145} = 1,427$.

» Le défaut de parallélisme entre la valeur nutritive et la valeur énergétique des rations complémentaires se reproduit donc comme tout à l'heure. Il se manifeste même avec des caractères plus saisissants dans le Tableau II, grâce aux moyennes quotidiennes qui y sont consignées. Que l'on compare celles des séries n° 4 (graisse), n°s 2 et 5 (sucre); dans les trois cas, la valeur énergétique des rations est exactement la

même. Mais le rapport de la valeur nutritive à cette valeur énergétique atteint o, 108 seulement pour la graisse et s'élève à o, 166, même o, 249, moyenne o, 207, pour le sucre. La supériorité de celui-ci sur celle-là atteint donc $\frac{207}{108} = 1,916$. Il y a eu peut-être à cette supériorité exubérante quelques causes accidentelles (quoiqu'on n'en puisse imaginer aucune). Mais l'ensemble des résultats n'en permettrait pas moins d'affirmer que *la supériorité de la valeur nutritive de la ration-sucre sur celle de la ration-graisse peut s'exagérer lorsque cette dernière valeur, au lieu de l'emporter sur la première au point de vue énergétique, en est tout simplement l'équivalent.*

» Deuxième expérience. — Il s'agit d'une expérience faite sur un chien quelque peu âgé. Après plusieurs jours d'entraînement, il a été soumis pendant soixante-six jours à l'alternance des rations complémentaires de sucre et de graisse dans les conditions suivantes :

» L'alternance avait lieu tous les trois jours.

» On donnait à l'animal, chaque matin, 500gr de viande dégraissée, avec du sucre ou du saindoux en quantités réciproquement équivalentes au point de vue nutritif, ou plutôt jugées telles d'après les expériences antérieures sur la chienne soumise au travail (graisse 1, sucre 1,52). De plus, de l'eau était mise à la disposition de l'animal au moment de son repas. Mais il n'en prenait que rarement et toujours en très petite quantité, en sorte que la question boisson peut être entièrement laissée de côté.

» Dans une première période, d'une durée de trente jours (du 20 janvier au 19 février 1898), le sujet reçut, avec la viande, tantôt 76gr,5 de sucre, tantôt 50gr de saindoux.

» Dans une deuxième période, d'une durée de douze jours (du 20 février au 3 mars), les rations complémentaires furent portées à 153gr de sucre et 100gr de saindoux.

» Enfin, dans une troisième période, d'une durée de vingt-quatre jours (du 4 au 27 mars), le sucre fut donné à la dose de 230gr et le saindoux à celle de 150gr.

» Le chien, laissé en repos complet, n'était déplacé que pour les pesées. Elles avaient lieu le matin après le repas, c'est-à-dire au début de la journée expérimentale, le soir vers 7h et le lendemain matin avant le repas, à la fin de ladite journée expérimentale.

» On était renseigné sur les effets nutritifs des deux alimentations comparées par les résultats de cette dernière pesée. Ils sont résumés dans le Tableau suivant, pour chacune des vingt-deux séries de trois jours, pendant lesquelles le sucre et la graisse ont été alternativement substitués l'un à l'autre dans la ration.

» Le Tableau ci-dessous nous apprend que, du commencement à la fin de l'expérience, il y a eu un croît total de 932gr (de 21kg,280 à 22kg,212). Ce gain de 932gr s'est produit à la fois pendant les séries-sucre et pendant les séries-graisse, mais d'une manière inégale. Les séries-sucre y ont contribué pour 730gr et les séries-graisse pour 202gr seulement. Celles-ci auraient donc été sensiblement inférieures à celles-là. Y a-t-il eu infériorité réelle tenant à l'alimentation elle-même? Il y a quelque probabilité à ce que la légère différence qui, en nombre d'autres circonstances, s'est manifestée à l'avantage du sucre, quand il était donné, par rapport à la graisse, dans la proportion de 1,52

ou 1,53 à 1, ait été exagérée ici par une cause accidentelle, qui serait intervenue à la fin de l'expérience, dans les deux dernières séries. Si l'on supprimait ces deux dernières-séries, le gain total serait 908gr, dont 500gr pour les séries-sucre et 408gr pour les séries graisse. On retrouverait ainsi les proportions approchées de l'égalité qui se constatent le plus souvent.

Tableau résumant les résultats de la deuxième expérience.

		Series A. — Sucre.			Series B. — Graisse.		
		Poids moyen pour les trois jours de chaque série.	Oscillations du poids moyen. Gain —	Perte = Accroisst.	Poids moyen pour les trois jours de chaque série.	Oscillations du poids moyen. Gain —	Perte = Accroisst.
		kg	gr	gr	kg	gr	gr
	1re série	21,280	0	0	»	»	»
1re *période :* sucre 76gr,5 ou graisse 50gr.	2e »	»	»	»	21,360	80	»
	3e »	21,497	137	»	»	»	»
	4e »	»	»	»	21,605	108	»
	5e »	21,473		132	»	»	»
	6e »	»	»	»	21,587	114	»
	7e »	21,527		60	»	»	»
	8e »	»		»	21,550	23	»
	9e »	21,528		22	»	»	»
	10e »	»	»	»	21,363		165
2e *période :* sucre 153gr ou graisse 100gr.	11e »	21,543	180	»	»	»	»
	12e »	»	»	»	21,603	60	»
	13e »	21,627	24	»	»	»	»
	14e »	»	»	»	21,810	183	»
	15e »	22,008	198	»	»	»	»
3e *période :* sucre 230gr ou graisse 150gr.	16e »	»	»	»	22,047	39	»
	17e »	22,055	8	»	»	»	»
	18e »	»	»	»	21,988	»	67
	19e »	22,155	167	»	»	»	»
	20e »	»	»	»	22,188	33	»
	21e »	22,418	230	»	»	»	»
	22e »	»	»	»	22,212	»	206
Totaux et balance			944 —	214 = 730		640 —	438 = 202

» Peut-être faut-il voir, dans ces résultats, l'effet de la différence de digestibilité existant entre le sucre et la graisse. Les quantités de sucre que le chien peut digérer intégralement sont vraiment considérables. Au contraire, la graisse échappe partiellement à l'action digestive si la quantité ingérée dépasse certaines limites. Or, dans notre expérience, on voit diminuer la part proportionnelle que le régime-graisse prend au croît, à mesure que la quantité de graisse ingérée augmente. Ainsi, à la dose de 50gr, la graisse est plutôt supérieure au sucre. A celle de 100gr, la graisse descend

à l'égalité de valeur nutritive avec le sucre. Enfin, cette égalité est rompue à l'avantage du sucre quand la ration de graisse est portée à 150^{gr}. Mais je n'ai pas à insister pour le moment sur ce point. Ce sont là des questions un peu compliquées, qui ne se résoudront qu'avec des vérifications expérimentales nombreuses, variées et surtout prolongées.

» Mais nous n'avons pas besoin de ces solutions pour tirer de notre expérience actuelle l'enseignement qu'elle comporte. La signification en est très nette et très précise au point de vue de la théorie des poids et des substitutions isodynamiques. Comme la première, cette deuxième expérience démontre que, *chez l'animal au repos, pas plus que chez le sujet qui travaille, la valeur nutritive du sucre et de la graisse n'a pour mesure la valeur énergétique de ces deux substances.*

» CONCLUSIONS. — *Lorsque le sucre et la graisse sont introduits dans la ration d'un sujet tenu au repos, ces deux aliments se comportent, au point de vue nutritif, comme chez le sujet qui travaille.*

» *Leur valeur nutritive respective n'a aucun rapport avec leur valeur énergétique. C'est plutôt l'aptitude de ces deux substances à se transformer en glycogène qui règle leur valeur nutritive, aptitude supposée avoir la valeur* 1 *pour le sucre et la valeur* 1,52 *pour la graisse.*

» *Toutefois, la proportion* 1,52 *de sucre se montre presque toujours un peu supérieure à la proportion* 1 *de graisse, dans les rations alimentaires de l'animal au repos.*

» *Cette supériorité du sucre semble être plus évidente quand la ration est assez forte pour imprimer à l'animal un croît très sensible. Mais il serait prématuré de se prononcer dès maintenant sur ce sujet d'une manière ferme.*

» Cette Note clôt la série des études que je poursuis depuis plus de deux ans sur la valeur nutritive des deux aliments simples sucre et graisse. Le but visé par ces études a été atteint. Je voulais savoir si la valeur nutritive du sucre et de la graisse a pour mesure leur valeur énergétique, c'est-à-dire leur chaleur de combustion, et j'ai appris qu'il n'en est rien. En faisant ainsi échec, en l'une de ses parties importantes, à la théorie des poids et des substitutions isodynamiques, les résultats que j'ai obtenus écartent la principale objection opposée à mes déterminations sur la source de l'énergie dépensée par le muscle en action. L'attribution exclusive, ou à peu près exclusive, de cette destination au glycogène musculaire rencontrera, peut-être, d'autres objections. Je m'emploierai moi-même à en faire surgir, au cours des nouvelles expériences par lesquelles je me propose de contrôler mes propositions fondamentales sur l'énergétique musculaire. »

M. **Maurice Lévy** fait hommage à l'Académie de la première Partie de son « Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux », rédigée en collaboration avec M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées *Pavie*.

Cette première Partie contient l'historique de la question du halage funiculaire et les problèmes théoriques qui s'y rattachent.

Dans la seconde Partie, il sera rendu compte des détails d'exécution et des deux applications du nouveau mode de traction faites : l'une en France, au souterrain du mont de Billy, sur le canal de l'Aisne à la Marne; l'autre en Belgique, pour accélérer le passage des bateaux sous un pont tournant de chemin de fer établi sur le Ruppel.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Wilde. — MM. Sarrau, J. Bertrand, Berthelot, Mascart, Michel Lévy.

Prix Vaillant. — MM. Fouqué, Marcel Bertrand, Michel Lévy, Hautefeuille, de Lapparent.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix La Fons-Melicocq. — MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Perrier, Guignard.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue.

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jund** adresse, de Bucarest, une Note relative aux procédés à employer pour perfectionner la reproduction des couleurs, en Photographie.

(Commissaires : MM. Lippmann, H. Becquerel, d'Arsonval.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'ellipsoïde de Jacobi.* (Extrait d'une Lettre du P. S. **Krüger** à M. le Président.)

« L'honneur fait à mon Article *Sur l'ellipsoïde de Jacobi*, dans la séance du 7 mars dernier, m'oblige à attirer encore l'attention de l'Académie sur une erreur qui s'y était glissée par rapport au travail de M. Schwarzschild. Celui-ci m'écrit, en effet, qu'il connaissait fort bien le résultat d'Ed. Roche donnant la distance minimum $2,44\,R\sqrt[3]{\frac{\delta}{\rho}}$ d'un satellite *ellipsoïdal* de densité ρ à sa planète de densité δ et de rayon R; mais ce qu'il y a ajouté, c'est que *toute* série de formes d'équilibre, même de celles qui ne seraient pas ellipsoïdales, est impossible en deçà de cette limite. Au contraire, le nombre 2,44, trouvé par Roche en 1849, paraît bien avoir été inconnu aux autres auteurs cités dans mon Article et écrivant dix ans et trente ans plus tard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe.* Note de M. E. **Jahnke**, présentée par M. E. Picard.

« Jacobi, Lottner et Hess ont résolu le problème relatif à la rotation d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe, en exprimant les neuf cosinus directeurs et les six composantes de rotation au moyen des fonctions thêta ou sigma d'un seul argument. M. F. Caspary a traité ce problème sous un nouveau point de vue et a montré que ces expressions découlent des identités absolues (voir *Bull. des Sc. math.*,

t. XIII, p. 103-109). Pour cela il n'était pas nécessaire d'établir les équations différentielles dont lesdites expressions forment les intégrales. Cependant, la méthode due à M. F. Caspary conduit aussi aisément à ces équations différentielles. C'est ce que je vais montrer dans cette Note en m'appuyant sur un théorème qui lie les équations différentielles du système composé à celles des deux systèmes orthogonaux composants.

» En adoptant la notation de M. F. Caspary, appelons le groupe des quinze quantités $a_{mn} (m, n = 1, 2, 3)$,

$$\begin{aligned} p_h &= -(a_{1k}da_{1l} + a_{2k}da_{2l} + a_{3k}da_{3l}), \quad & (h, k, l &= 1, 2, 3 \\ v_h &= a_{k1}da_{l1} + a_{k2}da_{l2} + a_{k3}da_{l3} & & 2, 3, 1 \\ & & & 3, 1, 2) \end{aligned}$$

éléments d'un système orthogonal. Je commence par établir un théorème qui lie les *éléments* d'un système composé aux *éléments* des deux systèmes composants :

» I. *En désignant par* $a_{mn}^{(\nu)}, p_h^{(\nu)}, v_h^{(\nu)}$ $(\nu = 1, 2)$ *les éléments de deux systèmes orthogonaux, les éléments du système composé s'expriment identiquement par les relations suivantes :*

$$\begin{aligned} a_{mn} &= a'_{m1}a''_{n1} + a'_{m2}a''_{n2} + a'_{m3}a''_{n3}, \\ p_h &= a''_{h1}p'_1 + a''_{h2}p'_2 + a''_{h3}p'_3 + v_h, \\ v_h &= -(a'_{h1}p''_1 + a'_{h2}p''_2 + a'_{h3}p''_3) + v'_h. \end{aligned}$$

» En vertu de ce théorème les équations différentielles du système composé se déduisent des équations différentielles des systèmes composants.

» En effet, on tire d'abord de ces relations :

$$(1) \qquad a'_{3h} = a''_{1h}a_{31} + a''_{2h}a_{32} + a''_{3h}a_{33},$$

$$(2) \qquad \begin{cases} p_h - p''_h = a''_{1h}p_1 + a''_{2h}p_2 + a''_{3h}p_3, \\ v'_3 - a'_{31}p''_1 - a'_{32}p''_2 - a'_{33}p''_3 = v_3. \end{cases}$$

» Supposons, de plus, que les *éléments* des systèmes $(a_{mn}^{(\nu)})$ $(\nu = 1, 2)$ dépendent respectivement des arguments u_ν, v_ν et des fonctions quelconques G_ν. Alors M. F. Caspary [voir *Journ. de Math.* (4), t. VI, p. 376] les a représentés, au moyen des fonctions sigma d'un seul argument, de la

manière suivante :

$$
\begin{aligned}
a_{1h}^{(\nu)} \pm i a_{2h}^{(\nu)} &= -\,G_\nu^{\pm 1}\,\varepsilon_h \frac{\sigma_h(u_\nu \pm v_\nu)}{\sigma u_\nu\, \sigma v_\nu},\\
a_{3h}^{(\nu)} &= i\varepsilon_h \frac{\sigma_h u_\nu\, \sigma_h v_\nu}{\sigma u_\nu\, \sigma v_\nu},\\
p_h^{(\nu)} &= \varepsilon_h m_h^{(\nu)} \frac{\sigma_h u_\nu\, \sigma_h v_\nu}{\sigma u_\nu\, \sigma v_\nu}, \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, 3 \\ \nu = 1, 2 \end{pmatrix}\\
v_1^{(\nu)} \pm i v_2^{(\nu)} &= G_\nu^{\pm 1} \frac{\sigma(u_\nu \pm v_\nu)}{\sigma u_\nu\, \sigma v_\nu}(du_\nu \pm dv_\nu),\\
v_3^{(\nu)} &= -\,i m_0^{(\nu)},
\end{aligned}
$$

où

$$
\varepsilon_1 = \frac{1}{\sqrt{e_3 - e_1}\sqrt{e_1 - e_2}}, \qquad \varepsilon_2 = -\frac{1}{\sqrt{e_1 - e_2}\sqrt{e_2 - e_3}}, \qquad \varepsilon_3 = \frac{1}{\sqrt{e_2 - e_3}\sqrt{e_3 - e_1}},
$$

$$
(3) \qquad m_j^{\nu} = \frac{\sigma'_j u_\nu}{\sigma_j u_\nu} dv_\nu + \frac{\sigma'_j v_\nu}{\sigma_j v_\nu} du_\nu + d \log G_\nu. \qquad (j = 0, 1, 2, 3)
$$

» C'est de ce système orthogonal que découlent les relations caractéristiques

$$
(4) \qquad \begin{cases} p'_h = -\,i a'_{3h} m'_h, & v'_3 = -\,i m'_0, \\ p''_h = -\,i a''_{3h} m''_h, & v''_3 = -\,i m''_0. \end{cases} \qquad (h = 1, 2, 3)
$$

» La substitution de ces relations transforme les identités (2) en

$$
\begin{aligned}
-\,i a'_{3h} m'_h + i a''_{3h} m''_h &= a''_{1h} p_1 + a''_{2h} p_2 + a''_{3h} p_3,\\
-\,i v_3 &= -\,m'_0 + a'_{31} a''_{31} m'_1 + a'_{32} a''_{32} m''_2 + a'_{33} a''_{33} m''_3.
\end{aligned}
$$

» En combinant ces relations aux identités (1), on obtient le théorème :

» II. *Entre les éléments d'un système composé de deux systèmes orthogonaux qui s'expriment au moyen des fonctions sigma d'un seul argument existent les relations caractéristiques suivantes :*

$$
\begin{aligned}
-\,i a_{3h} &= l_{h1}\, p_1 + l_{h2}\, p_2 + l_{h3}\, p_3 - i l_{h4}, \qquad (h = 1, 2, 3)\\
-\quad v_3 &= a_{31} v''_1 + a_{32} v''_2 + a_{33} v''_3 - m'_0,
\end{aligned}
$$

où

$$
l_{mn} = \frac{a''_{m1} a''_{n1}}{m'_1} + \frac{a''_{m2} a''_{n2}}{m'_2} + \frac{a''_{m3} a''_{n3}}{m'_3} = l_{nm}, \qquad (m, n = 1, 2, 3)
$$

$$
l_{h4} = \frac{m''_1 a''_{h1} a''_{31}}{m'_1} + \frac{m''_2 a''_{h2} a''_{32}}{m'_2} + \frac{m''_3 a''_{h3} a''_{33}}{m'_3}, \qquad (h = 1, 2, 3)
$$

et les expressions m'_j, m''_j sont définies par les formules (3).

» Si l'on pose, de plus,

$$(5)\qquad 2\mathrm{T} = \sum_{m,n}^{1,2,3} l_{mn}p_m p_n + \text{const.},$$

on a

$$(6)\qquad -ia_{3h} = \frac{\partial\mathrm{T}}{\partial p_h} - il_{h3}.$$

» Les arguments u_ν et v_ν étant fonctions d'une seule variable t, les identités différentielles

$$da_{3h} = a_{3k}p_l - a_{3l}p_k$$

conduisent au théorème :

» III. *Les expressions des* éléments *du système* (a_{mn}) *établies par M. F. Caspary* (voir *Comptes rendus*, t. CVII, p. 859-862; 1888) *au moyen des fonctions sigma satisfont aux équations différentielles*

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial\mathrm{T}}{\partial p_h} = p_l\frac{\partial\mathrm{T}}{\partial p_k} - p_k\frac{\partial\mathrm{T}}{\partial p_l} - i(l_{k3}p_l - l_{l3}p_k) - i\frac{dl_{h3}}{dt},\qquad \begin{pmatrix} h, k, l = 1, 2, 3 \\ 2, 3, 1 \\ 3, 1, 2 \end{pmatrix}$$

où l'expression T *est définie par la formule* (5).

» Il reste encore à établir les relations qui existent entre les intégrales de ces équations différentielles. Elles découlent immédiatement des identités algébriques

$$a_{31}^2 + a_{32}^2 + a_{33}^2 = 1,\qquad a_{31}p_1 + a_{32}p_2 + a_{33}p_3 = c_3$$

combinées aux relations (6).

» Les problèmes qui conduisent aux équations différentielles que je viens d'établir trouvent leurs solutions complètes par lesdites expressions de M. F. Caspary. Tout particulièrement, on retrouve ainsi les résultats dus, dans le problème de la rotation d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe, à Jacobi, Lottner, Hermite, Hess, Halphen et Darboux. »

MÉCANIQUE. — *Sur les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Émile Picard.

« M. Somigliana paraît avoir, le premier, examiné si les intégrales du système

$$(1)\qquad \Delta_2 u + \xi\frac{\partial\theta}{\partial x} = 0,\qquad \Delta_2 v + \xi\frac{\partial\theta}{\partial y} = 0,\qquad \Delta_2 w + \xi\frac{\partial\theta}{\partial z} = 0,$$

vérifiant dans un domaine les conditions de continuité fondamentales, sont des fonctions analytiques. Dans le cas où $\xi + 1 = 0$, ces intégrales sont déterminées par la formule

$$(2)\qquad u = (z - z_0)\frac{\partial\varphi}{\partial y} - (y - y_0)\frac{\partial\varphi}{\partial z} + \frac{\partial\psi}{\partial x}$$

et par deux autres formules analogues, φ étant une fonction harmonique et ψ une fonction *quelconque;* de là résulte que, $f(x)$ désignant une fonction dont la dérivée s'annule pour $x = 0$, les dérivées premières de la fonction $f(\alpha)$ donnent des intégrales du système (1), où $\xi + 1 = 0$, qui s'annulent en un point quelconque de la surface $\alpha = 0$. Les formules telles que (2) ont leur origine dans ce fait que l'équation de Laplace possède les transformations infinitésimales

$$(a + hx + qz - ry)\frac{\partial}{\partial x} + (b + hy + rx - pz)\frac{\partial}{\partial y} + (c + hz + py - qx)\frac{\partial}{\partial z};$$

à cette même remarque on peut rattacher les nombreuses formules qui expriment explicitement, lorsque $\xi + 1 \neq 0$, toutes les intégrales analytiques du système (1) au moyen de fonctions harmoniques.

» Revenons, pour y insister, sur la saisissante analogie qui existe entre le système (1) et l'équation de Laplace. Les solutions de l'équation de Laplace, homogènes en $x - a$, $y - b$, $z - c$, qui ont le plus d'intérêt, dérivent d'une seule d'entre elles, savoir l'inverse de la distance r des deux points (x, y, z), (a, b, c); les solutions analogues du système (1) qui sont données, pour ξ quelconque, par la formule

$$(3)\qquad u_i = U_i - \frac{\xi}{2[\xi(i-1) + 2i - 1]} r^2 \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial U_i}{\partial x} + \frac{\partial V_i}{\partial y} + \frac{\partial W_i}{\partial z}\right)$$

et deux autres formules semblables, où U_i, V_i, W_i sont des solutions de l'équation de Laplace, homogènes en $x - a$, $y - b$, $z - c$, dérivent de même de la seule solution (u', v', w') que l'on obtient en prenant

$$i = -1,\qquad U_i = \frac{kA}{r},\qquad V_i = \frac{kB}{r},\qquad W_i = \frac{kC}{r},\qquad k = \frac{3(2\xi + 3)}{\xi + 1},$$

A, B et C étant des constantes arbitraires. Là ne se borne pas l'importance de la *fonction dirigée* (u', v', w'); elle joue dans la théorie de l'élasticité exactement le rôle de l'inverse de r dans celle du potentiel newtonien; en la plaçant à la base des recherches des géomètres italiens, on rend plus frappantes les analogies déjà nombreuses qu'ils ont établies entre le système

(1) et l'équation de Laplace et l'on a le moyen d'en ajouter beaucoup d'autres.

» Le système (1) se rattache, par le calcul des variations, à l'expression σ de notre précédente Communication; désignons par $-\rho\mathcal{X}$, $-\rho\mathcal{Y}$, $-\rho\mathcal{Z}$ les premiers membres de ce système et définissons trois fonctions $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$ par des formules telles que

$$(4)\qquad \mathcal{F} = l\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial x}} + m\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial y}} + n\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial z}},$$

où l, m, n sont les cosinus directeurs de la normale extérieure à la surface d'un domaine; puis formons pour un second déplacement (u_1, v_1, w_1) les expressions analogues $-\rho\mathcal{X}_1$, $-\rho\mathcal{Y}_1$, $-\rho\mathcal{Z}_1$, $\mathcal{F}_1$, $\mathcal{G}_1$, $\mathcal{H}_1$; nous aurons la relation

$$(5)\qquad \int\!\!\int\!\!\int \Sigma\rho\mathcal{X}u_1\,d\tau + \int\!\!\int \Sigma\mathcal{F}u_1\,ds = \int\!\!\int\!\!\int \Sigma\rho\mathcal{X}_1 u\,d\tau + \int\!\!\int \Sigma\mathcal{F}_1 u\,ds$$

qui ne diffère pas essentiellement de celle de Betti relative au cas où $X = Y = Z = -1$. En reprenant ici avec la fonction dirigée (u', v', w') la théorie que l'on développe pour l'équation de Laplace avec l'inverse de r, on obtient la relation

$$(6)\qquad 4\pi(Au + Bv + Cw) = \int\!\!\int\!\!\int \Sigma\rho\mathcal{X}u'\,d\tau + \int\!\!\int \Sigma\mathcal{F}u'\,ds - \int\!\!\int \Sigma\mathcal{F}'u\,ds$$

qui donne une modification utile des formules de M. Somigliana.

» Chacune des trois intégrales du second membre de (6) peut se mettre sous la forme $4\pi(AU + BV + CW)$; la *fonction dirigée* (U, V, W) est, dans les trois cas, respectivement l'analogue du potentiel newtonien d'une masse à trois dimensions, du potentiel d'une simple couche et du potentiel d'une double couche. La première intégrale de (6) a été rencontrée par Lord Kelvin; MM. Volterra et Lauricella ont établi qu'elle jouit à l'égard du système (1) des mêmes propriétés que le potentiel newtonien à l'égard de l'équation de Laplace. Ajoutons que les constantes $4\pi A$, $4\pi B$, $4\pi C$ peuvent être interprétées comme les composantes d'une *force en un point* à laquelle répond le déplacement (u', v', w') et que les trois intégrales $\int\!\int \mathcal{F}'\,ds$, $\int\!\int \mathcal{G}'\,ds$, $\int\!\int \mathcal{H}'\,ds$, qui forment la notion analogue à l'intégrale de Gauss, sont nulles, respectivement égales à $4\pi A$, $4\pi B$, $4\pi C$, ou à $2\pi A$, $2\pi B$, $2\pi C$ suivant que (a, b, c) est extérieur à la surface d'intégration, lui est intérieur ou situé sur elle. La seconde intégrale de (6) est identique,

pour $X = Y = Z = -1$, à la solution envisagée en 1895 par M. Poincaré; M. Lauricella a également démontré dans ce cas les propriétés de cette solution qui en font l'analogue du potentiel d'une simple couche; ces propriétés subsistent dans le cas général où nous nous plaçons. Enfin, désignons par $4\pi\Phi(a, b, c)$ la troisième intégrale de (6), par $4\pi\Phi_s$ sa valeur en un point s de la surface d'intégration, par $4\pi\Phi_{is}$ sa limite quand (a, b, c) tend vers s à l'intérieur de la surface, par $4\pi\Phi_{es}$ sa limite quand (a, b, c) tend vers s à l'extérieur; on a

$$\Phi_{is} = \Phi_s + \tfrac{1}{2}(Au_s + Bv_s + Cw_s), \qquad \Phi_{es} = \Phi_s - \tfrac{1}{2}(Au_s + Bv_s + Cw_s);$$

par contre, les fonctions définies par les formules telles que (4) pour U, V, W sont continues au passage de la surface, avec les restrictions connues; ces propriétés, démontrées par M. Lauricella dans le cas particulier où X, Y, Z sont égaux au rapport de $-\xi$ à $\xi + 2$, lui ont servi dans son extension de la méthode de Neumann. Parmi les applications des fonctions potentielles (U, V, W) signalons les suivantes, qui se rattachent à la notion de force en un point : on peut substituer à une force en un point situé à l'intérieur d'une sphère, des forces sur la surface qui donnent à l'extérieur le même déplacement; on a ainsi l'analogue de l'une des propositions sur lesquelles repose la méthode du balayage de M. Poincaré. On peut aussi écrire presque intuitivement l'extension de l'équation fonctionnelle de Robin. A une force en un point répond un déplacement qui engendre, dans un milieu élastique indéfini, un système isostatique; partageons ce milieu par un plan en deux parties dont l'une contient le point d'application de la force; la seconde partie ne subira pas de déformation, si l'on répartit sur le plan des forces données par l'extension de l'équation de Robin; ces forces engendrent à leur tour un système isostatique. »

PHYSIQUE. — *Sur le transport des variations lumineuses au moyen d'un fil conducteur de l'électricité.* Note de M. **Dussaud**, présentée par M. d'Arsonval.

« Ayant disposé deux faisceaux lumineux identiques, l'un en A, l'autre en B, je me suis proposé, au moyen d'un fil conducteur de l'électricité,

d'obtenir dans le faisceau B les mêmes variations d'intensité que celles produites dans le faisceau A et ceci aux points correspondants.

» Le dispositif suivant permet d'obtenir ce résultat :

» Deux obturateurs identiques, l'un en A, l'autre en B, percés de petites ouvertures à écartements fixes, mais à hauteurs décroissantes, tournent synchroniquement et fractionnent identiquement les faisceaux A et B.

» En A, des lames séléniées reçoivent successivement les faisceaux élémentaires. Ces lames sont disposées dans le circuit primaire d'une bobine d'induction dont le circuit secondaire constitue la ligne de transmission jusqu'en B.

» En B, se trouve intercalé, dans cette ligne de transmission, un téléphone dont la membrane agit, par un système multiplicateur, sur une plaque opaque pourvue de traits transparents. A côté de cette plaque, s'en trouve une identique, mais fixe, et dont les traits transparents correspondent aux parties opaques de la première.

» Lorsque l'on observe en B le faisceau qui a traversé les deux plaques et l'un des obturateurs, on constate qu'il présente les mêmes variations d'intensité que celles produites dans le faisceau A qui a passé à travers l'autre obturateur et frappé les lames séléniées.

» En effet, en A, les faisceaux élémentaires d'intensité variable frappent successivement les lames séléniées qui, par leur changement de résistance, déterminent l'envoi de courants électriques proportionnés au téléphone placé en B.

» La membrane de ce téléphone vibre en conséquence, déplace plus ou moins la plaque mobile devant la plaque fixe et fait varier ainsi l'intensité du faisceau lumineux. Cette intensité varie également dans tout l'ensemble du faisceau; mais grâce aux obturateurs synchrones, l'observateur en B ne perçoit cette variation qu'à la place correspondante à celle où elle a eu lieu dans le faisceau A, et comme tous les faisceaux élémentaires passent dans un dixième de seconde, l'observateur croit voir le faisceau tout entier avec les intensités voulues en chaque point.

» En substituant au faisceau A une chambre noire dont l'obturateur mobile constitue le fond, on peut projeter sur le bloc sélénié l'image d'objets très simples, très éclairés, et même, s'ils sont en mouvement, les reconnaître avec plus ou moins de facilité en B. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'influence de la self-induction dans l'explosion des mélanges de grisou et d'air par l'étincelle électrique.* Note de MM. **H. Couriot** et **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« L'explosion des mélanges grisouteux étant déterminée par l'étincelle de rupture [1], toute cause qui tend à accroître la self-induction du circuit doit, par ce fait, faciliter l'explosion.

» Dans nos premiers essais sur ce sujet, nous nous sommes servis d'une bobine de self-induction à gros fil et de faible résistance et nous l'avons intercalée dans la dérivation de l'exploseur. L'explosion, que nous évitions précédemment avec des courants d'intensité inférieure à l'intensité limite pour la résistance r employée, s'est alors produite d'une manière constante. Nous n'avons pu l'éviter, même en diminuant autant que possible l'intensité et la résistance. Il était nettement démontré par ce résultat que l'accroissement de self-induction exerce une influence sur la production de l'explosion, mais il était impossible de l'évaluer par cette méthode, car la self-induction de la bobine nous était inconnue et d'ailleurs d'un ordre trop élevé ; il aurait fallu, par suite, pour éviter l'explosion, employer des courants tellement faibles qu'ils auraient été impuissants à porter les filaments à l'incandescence.

» Nous avons pensé qu'il était préférable de remplacer la bobine par un long cylindre de bois de $0^m,05$ de diamètre, autour duquel nous avons enroulé sous forme de spires une partie de notre conducteur. De la sorte, les résistances des deux dérivations demeuraient les mêmes qu'avant l'enroulement, le nombre des spires nous était connu, il était facile de le faire varier et de modifier à notre gré le sens et le mode de l'enroulement.

» *Détermination de la self-induction.* — En nous appuyant sur les principes établis dans notre Note précédente, et grâce à cette disposition, nous sommes arrivés à déterminer facilement l'effet de la self-induction. Soit i l'intensité limite qu'il ne faut pas dépasser pour éviter l'explosion avec des valeurs déterminées de la résistance r de la dérivation de l'exploseur et du rapport $\frac{r'}{r}$; quand une portion du conducteur qui forme cette dérivation

---

[1] Voir nos deux précédentes Notes (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 750 et 901; 1898).

est enroulée sur le cylindre de bois, l'explosion se produit de nouveau et il est nécessaire de diminuer l'intensité du courant pour qu'elle cesse de se produire. L'enroulement des spires a donc produit un certain abaissement de l'intensité limite; nous le déterminons en agissant sur le rhéostat par lequel arrive le courant principal de manière à diminuer l'intensité dans les dérivations jusqu'à ce que l'explosion n'ait plus lieu. Après quelques tâtonnements, la nouvelle limite est fixée. Cette opération peut être aussi recommencée en conservant les mêmes conducteurs, mais en changeant le nombre des spires, ce qui conduit à une limite correspondante.

» La quantité dont il faut abaisser l'intensité primitive pour ne plus provoquer l'explosion peut être considérée comme mesurant l'effet de la self-induction due à l'enroulement.

» Voici les valeurs qui se rapportent au Tableau que nous avons donné précédemment :

		Intensités limites.	Nombre de spires.	Abaissement de l'intensité limite.
	ohms	amp	spires	amp
$\frac{r'}{r} = 1$	$r = 3,3$	5,7	0	»
		4,4	700	1,3
$\frac{r'}{r} = 1$	$r = 4,2$	4,1	0	»
		3,7	400	0,5
		3,4	700	0,7

» D'après les chiffres ci-dessus, l'effet paraît d'autant plus marqué que l'intensité du courant employé est plus forte; en outre, avec la dernière résistance, l'abaissement de l'intensité limite serait de $0^{amp},1$ pour 100 de nos spires.

» *Annulation des effets de self-induction.* — Les résultats précédents ont été obtenus avec des spires simplement enroulées les unes à la suite des autres. Nous avons recommencé les expériences en enroulant le conducteur sur une même rangée, mais la moitié dans un sens et l'autre moitié dans l'autre sens. Voici les résultats observés :

$r = r' = 3^{ohms},3$	350 spires dextrorsum	350 spires sinistrorsum	$i = 4^{amp},5$
$= 4^{ohms},2$	350 »	350 »	$i = 3^{amp},4$

» Les valeurs des intensités limites sont demeurées ce qu'elles étaient dans le cas précédent. En conséquence, *l'effet total reste sensiblement le*

même quand une partie des spires est enroulée dans un sens différent sur une rangée unique.

» Il n'en est plus ainsi quand on superpose les spires en deux rangées; en revenant au point de départ *avec des spires enroulées en sens inverse, la deuxième rangée annule l'effet de la première* :

		Intensités limites.
		amp
$r = r' = 3^{ohms},3$	sans spire	5,7
	1re rangée : 350 sp. dextr. 2e rangée : 337 sp. sinistr.	5,7
$r = r' = 4^{ohms},2$	0 spire	4,1
	1re rangée : 350 sp. dextr. 2e rangée : 337 sp. sinistr.	4,1

» *Quand,* au contraire, *les spires de la deuxième rangée sont dans le même sens que celles de la première, l'effet est plus intense que celui des spires juxtaposées sur une rangée unique et l'intensité limite tombe à* $4^{amp},0$ *pour* $r = 3^{ohms},3$ *et à* $3^{amp},3$ *pour* $r = 4^{ohms},2$.

» Quand les spires sont placées dans la dérivation parallèle à celle de l'exploseur, elles semblent encore exercer un effet; mais cet effet est trop faible pour être mesuré.

» Il est à remarquer que les résultats précédents sont ceux que l'on obtient en ayant soin d'éviter l'échauffement des conducteurs : nous avons opéré avec des fils de cuivre ayant une section de $0^{mmq},67$, mais nous pensons que si nous avions pu opérer avec des fils gros pour ne pas s'échauffer sous l'influence des intensités dont nous nous sommes servis, nous serions arrivés à des limites plus élevées.

» Rappelons enfin que les expériences actuelles, comme les précédentes, ont été faites avec des mélanges à 9,5 pour 100 de méthane, rigoureusement dosés. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence de la température sur les réactions chimiques.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. E. Grimaux.

« *Sels d'argent.* — J'ai montré [1] que le gaz sulfhydrique sec n'attaque, à la température de la glace fondante, ni l'orthophosphate, ni le pyrophos-

---

[1] *Comptes rendus*, p. 831, mars 1898.

phate d'argent, si ces sels et si les appareils ont été préalablement bien séchés.

» Entre 15° et 20°, l'absorption de H^2S devient sensible au contact du pyrophosphate; elle correspond à une baisse manométrique d'environ 2^{mm} de mercure par vingt-quatre heures. Cette baisse dépasse 200^{mm} à la minute vers 100° quand la pression moyenne du gaz est 600^{mm}.

» *Sels de zinc.* — L'orthophosphate de zinc $(PO^4)^2Zn^3$ bien sec se comporte à l'endroit du gaz sulfhydrique comme les phosphates d'argent. Ce sel, après trente-cinq jours de contact avec de l'acide sulfhydrique à la pression atmosphérique et à une température comprise entre 5° et 9°, n'a donné lieu à aucune réaction appréciable. Mais si l'on porte graduellement à 160° l'extrémité du tube où se trouve le phosphate de zinc, l'absorption se manifeste très notable à 100°, rapide à 160°.

» *Vitesse d'absorption.* — J'ai cherché comment varie la masse de gaz absorbée à température constante dans l'unité de temps quand la pression diminue. Pour cela, j'ai mis le gaz H^2S en présence d'un grand excès de phosphate de zinc à la température de 100°; de temps à autre, j'ajoutais au sel chauffé de petites quantités de phosphate de zinc tenu en réserve à la partie supérieure du tube manométrique, en agitant ce tube. En quinze minutes, on constatait une absorption

De	$6^{cc},3$	de H^2S à la pression moyenne de		600^{mm}
»	4,6	»	»	430
»	3,2	»	»	330

» On voit facilement que, sous ces fortes pressions mercurielles, *la masse de gaz sulfhydrique décomposée par le phosphate de zinc, dans l'unité de temps et à température constante, est proportionnelle au carré de la pression.* Toutefois, l'absorption est moins rapide sous de faibles pressions; à 160°, la vitesse est à peu près double de la vitesse à 100°.

» *Sels de cuivre.* — L'orthophosphate cuivrique $(PO^4)^2Cu^3$ et le pyrophosphate $P^2O^7Cu^2$ secs, en présence du gaz H^2S vers 0° et à la pression atmosphérique, absorbent ce gaz lentement, mais d'une façon continue. Sous faible pression l'action se ralentit beaucoup. Une élévation de température active la réaction. L'allure générale du phénomène est donc comparable aux décompositions par H^2S des sels de zinc et d'argent, sauf l'arrêt de la réaction.

» J'ai cherché si l'activité de la réaction était liée à la quantité de chaleur dégagée : c'est-à-dire si la réaction plus vive, plus complète, de l'acide sulfhydrique sur les phosphates cuivriques était due à ce que cette réaction

dégage plus de chaleur que la décomposition des phosphates d'argent par l'acide sulfhydrique. Les déterminations suivantes prouvent qu'il n'en est rien; car l'absorption d'une molécule H^2S dégage plus de chaleur dans le cas des sels d'argent que dans le cas des sels cuivriques correspondants; et plus pour les sels de cuivre que pour les sels de zinc.

» Pour faire ces déterminations, je me suis placé dans les conditions des essais ci-dessus décrits : je faisais passer, vers 10°, un courant de gaz H^2S incomplètement desséché sur les sels métalliques secs placés dans un petit vase de platine entouré par l'eau du calorimètre; je dosais Ag^2S et CuS formés et je rapportais au poids de ces sulfures la quantité de chaleur indiquée par le calorimètre. Les nombres varient avec le degré de décomposition des sels métalliques, parce que les basicités d'un acide phosphorique n'ont pas même valeur thermique; mais ils restent comparables.

» *Pyrophosphates.* — Tous les corps étant exempts d'eau, et la quantité de sel indécomposé restant voisine du dixième du poids total du pyrophosphate, on trouve que la réaction $P^2O^7Ag^4 + 2H^2S = P^2O^7H^4 + 2Ag^2S$ dégage 88000^{Cgr}, soit 44^{Cal} par molécule d'H^2S. Dans les mêmes conditions le pyrophosphate cuivrique $P^2O^7Cu^2 + 2H^2S = P^2O^7H^4 + 2CuS$ ne dégage que 50^{Cal} environ, soit 25^{Cal} par molécule d'H^2S.

» *Orthophosphates.* — La décomposition totale du phosphate tribasique d'argent correspond à $0^{Cal},183$ par gramme d'Ag^2S formé, soit $44^{Cal},5$ par molécule d'Ag^2S ou d'H^2S.

» La réaction suivante du gaz H^2S sur l'orthophosphate de cuivre

$$(PO^4)^2Cu^3 + H^2S = 2PO^4CuH + CuS$$

dégage 27^{Cal}.

» Si donc les phosphates de cuivre sont plus vivement attaqués par l'acide sulfhydrique que les phosphates d'argent correspondants, cela ne tient pas à ce que la décomposition des sels de cuivre dégage plus de chaleur que la décomposition des sels d'argent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les bromures d'argent ammoniacaux.* Note de M. **Jarry**, présentée par M. Troost [1].

« Dans un Mémoire sur les combinaisons ammoniacales des bromures métalliques [2], Rammelsberg indique que le bromure d'argent sec n'ab-

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Annalen der Physik und Chemie*, t. LV, p. 248.

sorbe pas le gaz ammoniac, et que les cristaux obtenus par refroidissement d'une solution ammoniacale de bromure d'argent ne renferment pas d'ammoniac. On peut cependant préparer deux bromures d'argent ammoniacaux dont la composition est représentée par les formules $AgBr.3AzH^3$, et $AgBr.1,5AzH^3$: ces combinaisons correspondent aux deux chlorures d'argent ammoniacaux dont j'ai précédemment repris l'étude.

» I. Soumis à l'action du gaz ammoniac liquéfié, le bromure d'argent sec perd sa couleur jaune et se transforme en une poudre blanche; on évapore le liquide en excès en maintenant, par exemple, à la température de $-30°$ le tube en expérience, mis en communication avec un tube débouchant sur la cuve à mercure. Si, ensuite, on élève la température progressivement, on observe vers $+4°$ un abondant dégagement de gaz ammoniac accusant la décomposition du produit qui pourtant reste encore blanc; puis vers $+35°$ un nouveau départ de gaz ammoniac a lieu, tandis que le bromure reprend cette fois sa couleur jaune primitive. On peut tarer le tube à chacune des phases de l'expérience : on constate alors que le poids d'ammoniac abandonné par le bromure est exactement le même la seconde fois que la première et qu'il correspond à une molécule et demie pour une molécule de bromure d'argent. On en conclut que la poudre blanche formée au contact du gaz ammoniac liquéfié contient trois molécules d'ammoniac pour une molécule de bromure, qu'elle abandonne d'abord, à la température de $+4°$, $1^{mol},5$ d'ammoniac pour se transformer en un second composé, également blanc, de formule $AgBr.1,5AzH^3$; c'est ce dernier qui, vers $+35°$, se décompose à son tour en ammoniac et bromure d'argent jaune. La mesure des tensions de dissociation de ces deux composés corrobore ces premiers résultats; voici, exprimées en centimètres de mercure, quelques tensions observées :

Tensions de dissociation du composé $AgBr.3AzH^3$.

°	cm	°	cm	°	cm
—23	14	0	60,5	14	131
—18	19,5	3,5	74,5	20	182
— 8	36	8	92	25	214

Tensions de dissociation du composé $AgBr.1,5AzH^3$.

°	cm	°	cm	°	cm
0	8,8	11,2	17,4	28,6	51,3
4	10,7	14	20,6	43,8	122,5
10,4	16,6	16,6	24,9	53	198,6

» L'examen de ces nombres indique qu'un courant de gaz ammoniac

passant sur du bromure d'argent doit le transformer en l'une ou l'autre de ses deux combinaisons ammoniacales, suivant la température de l'expérience; en réalité, l'absorption est extrêmement lente : dans une expérience où le bromure était maintenu à $-20°$, on a fait passer un courant de gaz ammoniac pendant quinze heures environ; au bout de ce temps, $2^{mol},75$ seulement de gaz ammoniac s'étaient fixées sur le bromure. Ces résultats expliquent l'insuccès des expériences de Rammelsberg.

» II. De même que les combinaisons correspondantes du chlorure d'argent, les deux bromures d'argent ammoniacaux peuvent être obtenus cristallisés. Le gaz ammoniac liquéfié dissout une petite quantité de bromure d'argent; à l'évaporation, la solution dépose des aiguilles transparentes biréfringentes qui sont des cristaux du composé $AgBr, 3AzH^3$. Pour la combinaison $AgBr.1,5AzH^3$, on a recours à la solution aqueuse de gaz ammoniac : on sature de bromure d'argent de l'ammoniaque moyennement concentrée, et l'on met le liquide sous une cloche avec de la chaux vive ou de la potasse caustique; on obtient alors de petites aiguilles cristallines du composé $AgBr.1,5AzH^3$; elles sont incolores et à l'air se décomposent très rapidement en reprenant la couleur jaune du bromure d'argent.

» III. Cette cristallisation dans l'eau ammoniacale s'explique en admettant que les bromures d'argent ammoniacaux se forment, se dissolvent et se dissocient dans l'eau de la même manière que je l'ai indiqué pour les chlorures. Une expérience simple le montre, d'ailleurs, aisément : la solution ammoniacale ordinaire du commerce est saturée sous une pression supérieure à celle qui représente, à la température ordinaire, la tension de dissociation du produit $AgBr.1,5AzH^3$; aussi le bromure d'argent mis au contact de cette solution prend-il la couleur blanche de ce dernier composé; mais, si l'on étend d'eau, dès que le liquide n'est plus saturé sous une pression suffisante, le bromure ammoniacal se décompose, rend à l'eau le gaz ammoniac qu'il lui avait pris et reprend la couleur jaune. On conçoit dès lors que la solution ammoniacale ordinaire tienne en dissolution et dépose à l'évaporation le produit $AgBr.1,5AzH^3$, pourvu, toutefois, que cette évaporation se fasse, non pas à l'air, mais dans une atmosphère d'ammoniac; le gaz ammoniac liquéfié, au contraire, ou des solutions ammoniacales très concentrées, doivent dissoudre et laisser déposer le composé $AgBr, 3AzH^3$.

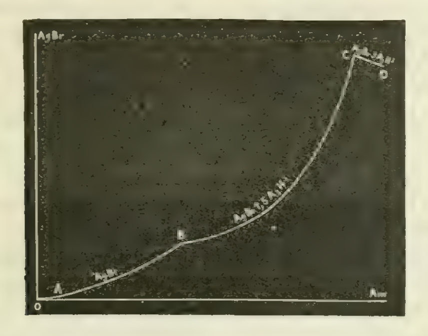
» IV. L'étude de la solubilité du bromure d'argent dans l'eau ammoniacale confirme cette manière de voir.

» On a fait dissoudre du bromure d'argent dans une série de solutions ammoniacales de concentrations différentes et maintenues à $0°$; le bromure d'argent et le gaz

ammoniac ont été dosés dans ces solutions, et le Tableau suivant contient quelques-uns des résultats obtenus, rapportés à un volume constant de solution, 10^{cc} :

Am.	AgBr.	Am.	AgBr.	Am.	AgBr.	Am.	AgBr.
gr	mgr	gr	mgr	gr	mgr	gr	mgr
0,307...	8,0	1,151...	34,9	2,627...	106,7	3,722...	288,8
0,488...	9,6	1,532...	55,7	3,126...	156,8	3,770...	293,0
0,669...	17,2	1,809...	72,2	3,389...	198,7	3,926...	289,2
0,829...	21,2	1,953...	74,1	3,652...	266,9	3,995...	285,0

» Si, pour représenter graphiquement ces résultats, on porte en abscisses les poids d'ammoniac exprimés en centigrammes, et en ordonnées les poids de bromure d'argent exprimés en milligrammes, on obtient la courbe ABCD représentée dans la figure ci-contre. Cette courbe présente deux points de discontinuité B et C correspondant à des solutions saturées



sous des pressions respectivement égales aux tensions de dissociation 8^{cm} et $60^{cm},5$ des deux bromures ammoniacaux.

» On peut interpréter ces résultats de la façon suivante : tant que l'eau contient moins d'ammoniac qu'il n'en faut pour la saturer sous la pression de 8^{cm}, aucune des deux combinaisons ammoniacales ne saurait se former, c'est la solubilité du bromure AgBr que l'on observe (courbe AB); pour les solutions saturées sous des pressions comprises entre 8^{cm} et $60^{cm},5$, le bromure $AgBr.1,5AzH^3$ seul peut et doit exister, il se dissout en suivant une loi de solubilité différente de la précédente (courbe BC); enfin pour les solutions saturées sous des pressions supérieures à 60^{cm}, on observe une troisième loi de solubilité (courbe CD) correspondant au bromure $AgBr.3AzH^3$ qui se forme et se dissout dans ces conditions. Cette interprétation est bien d'accord avec les faits énoncés ci-dessus, à savoir que ce

sont les solutions ammoniacales moyennement concentrées (courbe BC) qu'il faut utiliser pour faire cristalliser le composé $AgBr.1,5AzH^3$, tandis que les solutions très concentrées, ou mieux le gaz ammoniac liquéfié, donnent des cristaux du composé $AgBr.3AzH^3$.

» En résumé, les deux bromures d'argent ammoniacaux que nous avons préparés se forment et se dissocient dans l'eau ammoniacale comme dans le vide; leur formation ou leur décomposition s'arrête quand l'eau est saturée sous une pression égale à leur tension de dissociation dans le vide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les monoéthers phosphoriques.* Note de M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1894 (¹), j'ai étudié l'acide monoéthylphosphorique $PO^4(C^2H^5)H^2$ au point de vue de son caractère acide. J'ai montré :

» 1° Que cet acide donne deux séries de sels : des sels neutres $PO^4(C^2H^5)M^2$ et des sels acides $PO^4(C^2H^5)MH$ parfaitement définis;

» 2° Que vis-à-vis des réactifs colorés méthylorange et phtaléine du phénol, il se comporte exactement comme l'acide phosphorique;

» 3° Que les chaleurs de neutralisation de l'acide monoéthylphosphorique par la soude, la potasse, l'ammoniaque et la baryte, le caractérisent comme un corps ayant deux fonctions acides distinctes, de valeur inégale, correspondant aux deux acidités les plus fortes de l'acide phosphorique.

» J'ai étudié depuis, de la même façon, les éthers méthylique et allylique. Ils se comportent comme l'éther éthylique. J'indiquerai ici seulement le résultat des expériences dont le détail paraîtra prochainement :

» 1° L'acide PO^4RH^2, formule dans laquelle R désigne l'un quelconque des trois radicaux CH^3 ou C^2H^5 ou C^3H^5, est un acide bibasique donnant des sels neutres PO^4RM^2 et des sels acides PO^4RMH (²).

» 2° Il est acide au méthylorange et à la phtaléine.

» L'addition d'une molécule alcaline produit la neutralité au méthylorange. Il faut ajouter une deuxième molécule pour produire la neutralité à la phtaléine.

» Les deux virages se font suffisamment bien pour permettre le titrage, aussi bien avec la baryte qu'avec la soude et la potasse.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1275; juin 1894.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 69; 1895.

» Le virage au méthylorange est comparable comme netteté à celui que donne l'acide phosphorique; le virage à la phtaléine par la soude ou la potasse est meilleur que dans le cas de l'acide phosphorique qui donne un changement de teinte progressif.

» L'emploi simultané des deux réactifs colorés permet le titrage, par une seule opération, des acides PO^4RH^2 en présence d'acides monobasiques quelconques.

» Si l'éther acide se trouve en présence d'acide phosphorique, un simple titrage est insuffisant, puisque les deux corps se comportent exactement de la même manière vis-à-vis des réactifs colorés. J'indiquerai ultérieurement un procédé purement volumétrique permettant de faire l'analyse d'un tel mélange.

» 3° J'ai déterminé les chaleurs de neutralisation des acides PO^4RH^2 en employant les concentrations habituelles.

» Les nombres obtenus sont rassemblés dans le Tableau suivant :

	$PO^4(CH^3)H^2$.	$PO^4(C^2H^5)H^2$.	$PO^4(C^3H^5)H^2$.
	Cal	Cal	Cal
1er NaOH........	15,49	15,59	15,56
2e NaOH........	14.11	13.80	14.00
1er KOH..........	15,85	15,73	
2e KOH..........	14,05	13.61	
1er AzH^3..........	14.36	14.44	14.24
2e AzH^3..........	12.36	12,03	12.57
1re $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$.......	15,80	16,30	15.90
2e $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$.......	14.10	13.88	14.00

» Les nombres placés sur une même ligne horizontale sont très voisins et les différences peu supérieures aux erreurs d'expérience. Les trois acides étudiés ont ainsi mêmes chaleurs de neutralisation.

» D'autre part, la première molécule alcaline dégage toujours plus de chaleur que la seconde, et ces dégagements de chaleur sont supérieurs à ceux que donne l'acide phosphorique. Donc, lorsque l'on remplace un atome d'hydrogène de l'acide phosphorique soit par un radical saturé (CH^3 ou C^2H^5), soit par un radical non saturé (C^3H^5), c'est l'acidité la plus faible qui disparaît ; il reste deux fonctions acides de valeur inégale, dont les chaleurs de neutralisation sont indépendantes de la nature du radical substitué.

» Dans un Travail récent sur l'acide glycérophosphorique, MM. Imbert, Asdruc et Belugou (1) ont montré que, au point de vue de l'action sur les réactifs colorés et des chaleurs de neutralisation, l'acide glycérophosphorique se comporte comme l'acide monoéthylphosphorique.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1039; décembre 1897.

» Les conclusions précédentes sont donc encore vraies lorsque le radical R introduit dans l'acide phosphorique est un radical complexe renfermant des oxhydryles.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de donner les résultats obtenus dans l'étude des diéthers PO^4R^2H. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites alcalins.* Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que l'action du sulfure d'antimoine sur le monosulfure de potassium permettait de préparer la série normale des sulfoantimonites.

» Poursuivant ces recherches, j'ai fait agir le sulfure d'antimoine sur les monosulfures de sodium et d'ammonium.

» *Sulfoantimonites de sodium. — Sel normal :* SbS^3Na^3. — Le sulfure d'antimoine se dissout dans le sulfure de sodium. Une liqueur, renfermant $Sb^2S^3 + 3Na^2S$, évaporée dans le vide sec à la température ambiante, s'oxyde partiellement et donne une matière noire amorphe et deux espèces de cristaux incolores, parmi lesquels se trouve le sulfoantimonite normal SbS^3Na^3.

» On l'obtiendra pur en effectuant la dissolution du sulfure ainsi que la concentration et la filtration de la liqueur dans une atmosphère d'hydrogène. Par refroidissement, il se forme des aiguilles cristallines, agissant fortement sur la lumière polarisée. L'analyse conduit à la formule $SbS^3Na^3 + 9H^2O$.

» Chauffés dans un courant d'hydrogène, ces cristaux ne se déshydratent complètement qu'à une température supérieure à 150°; ils donnent ainsi une poudre rouge. Sous pression réduite, en présence d'acide sulfurique, la déshydratation n'est que partielle et en même temps il y a fixation d'oxygène.

» Ce corps, en effet, est très facilement oxydable. Sa dissolution jaune se transforme très rapidement à l'air en sulfoantimoniate qui cristallise en tétraèdres très caractéristiques. Il suffit de quelques heures pour que la transformation soit complète dans une liqueur un peu concentrée. Si l'on concentre la solution, soit dans le vide, soit à chaud, il se produit, en même temps que le sulfoantimoniate, une substance noire de composition $Sb^4S^9Na^6 = 2Sb^2S^3 + 3Na^2S$.

» *Métasulfoantimonite de sodium.* — Le pyrosulfoantimonite de potassium s'obtient en évaporant, à froid, une solution de sulfure de potassium saturée de sulfure d'antimoine.

» En opérant de même avec le sulfure de sodium, je n'ai pu éviter, pendant l'évaporation à froid dans le vide, l'oxydation de la liqueur, et j'ai obtenu uniquement des cristaux tétraédriques de sulfoantimoniate, sans trace de pyrosulfoantimonite.

» Concentrées à chaud, ces dissolutions se comportent comme celles de potassium :

il y a dédoublement en orthosulfoantimonite, qui reste dans la liqueur, et en métasulfoantimonite SbS^2Na, qui se précipite sous forme d'une poudre noire.

» Les dissolutions étendues, évaporées dans le vide, laissent déposer de petits cristaux rouges, en même temps que des cristaux tétraédriques, dont on les sépare facilement par lixiviation. Ces cristaux constituent un sulfoantimonite plus condensé $Sb^4S^7Na^2 + 2H^2O$, analogue à celui qu'avait obtenu M. Ditte, dans des conditions identiques, avec le sulfure de potassium $Sb^4S^7K^2 + 3H^2O$.

» *Sulfoantimonites d'ammonium.* — L'action du sulfure d'ammonium est différente de celle des sulfures de sodium et de potassium.

» Lorsqu'on traite à froid le sulfure d'antimoine par une dissolution concentrée de sulfure d'ammonium, en proportion telle que la composition du mélange soit

$$Sb^2S^3 + 3[AzH^4]^2S,$$

la dissolution n'est que partielle; le résidu se transforme rapidement en une masse volumineuse de petits cristaux jaune verdâtre.

» La dissolution qui surnage ces cristaux contient du *sulfoantimonite normal :* $SbS^3(AzH^4)^3$; il précipite par addition d'alcool en une poudre blanche cristalline, soluble dans l'eau, s'altérant facilement en dégageant du sulfure d'ammonium.

» Les cristaux jaunes constituent le métasulfoantimonite : SbS^2AzH^4, insoluble. On ne peut le dessécher sans qu'il s'altère : il se transforme, soit à l'air libre, soit par l'action de la chaleur, soit encore par un excès d'eau, en petits cristaux rouges de formule $Sb^4S^7[AzH^4]^2$. Ces derniers sont stables; ils se formeront seuls si, au lieu d'opérer la dissolution du sulfure d'antimoine à froid, on l'effectue à chaud, ou bien si l'on se sert d'une dissolution étendue de sulfure d'ammonium (moins de $0^{mol},15$ par litre).

» *En résumé*, les sulfoantimonites de sodium se forment dans des conditions semblables aux composés du potassium; ils en diffèrent par la facilité avec laquelle ils se transforment en sulfoantimoniates par oxydation.

» L'action du sulfure d'ammonium sur le sulfure d'antimoine est différente de celle des deux autres sulfures alcalins.

» Les dissolutions étendues, seules, se comportent d'une manière analogue; elles donnent toutes un composé stable, de formule $Sb^4S^7M^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction générale des carbures éthéniques. Combinaisons mercuriques correspondantes.* Note de M. G. Denigès.

« J'ai montré, dans ma précédente Note, que le butylène donnait, avec l'azotate de mercure, une combinaison jaune orangé, insoluble dans l'eau, qui permettait de déceler de très faibles quantités de ce carbure.

» Cette réaction paraît spéciale au butylène; par contre, en prenant

comme réactif le sulfate mercurique, en solution acide, on peut obtenir des composés des carbures éthéniques et de sulfate de mercure répondant à la formule générale

$$(SO^4Hg.HgO)^3R'' = \left(SO^4 \begin{matrix} Hg \\ Hg \end{matrix} O\right)^3 R'',$$

dans laquelle R″ représente un carbure éthénique [1].

» Ces composés, de couleur jaune, se dissolvent aisément dans l'acide chlorhydrique, surtout à chaud : la dissolution s'accompagne d'effervescence quand le carbure combiné au mercure est volatil à la température où l'on opère. Pour les obtenir, il suffit de mettre en contact à froid, ou mieux à chaud, l'hydrocarbure considéré avec le réactif mercurique préparé avec :

Oxyde mercurique	500^{gr}
Acide sulfurique	200^{cc}
Eau distillée	1000^{cc}

Le précipité formé est séparé par décantation du liquide surnageant, filtré, puis desséché sur des plaques poreuses.

» D'ailleurs, l'étude de quelques cas particuliers, effectuée sur les carbures éthéniques les plus importants ou les plus connus, fixera mieux sur le manuel opératoire à suivre, dans le cas général.

» *Combinaison du pental avec le sulfate mercurique.* — Je prendrai comme exemple des combinaisons amyléniques celle que donne le triméthyléthylène, l'un des cinq carbures éthéniques de la condensation C^5, connu en médecine sous le nom de *pental* et employé comme anesthésique depuis les recherches de Von Mering.

» 200^{cc} de sulfate acide de mercure sont additionnés, à froid, de 1^{cc} de pental. Au bout de quelques secondes, il se forme un trouble jaune qui va en augmentant et fait place, bientôt, à un précipité cohérent composé de granulations jaunes. Au bout de dix à quinze minutes, au plus, on filtre, on lave et l'on étale sur des plaques poreuses.

» Si l'on attendait trop longtemps avant de filtrer, il pourrait y avoir formation de sulfate mercureux, par réduction d'une partie du sulfate mercurique sous l'influence du pental.

» A chaud, cette dernière transformation se produit assez vite pour qu'il y ait avantage à opérer à froid.

---

(1) Il convient de faire remarquer que le premier terme de la série, l'éthylène, ne donne pas de combinaisons de cet ordre, au moins à la pression ordinaire.

» La substance ainsi obtenue a fourni à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^5H^{10}$.
Hg pour 100........	75,06	74,72
SO^4H^2 »	18,18	18,31
C »	3,38	3,73
H »	0,69	0,62

» L'acide chlorhydrique la dissout en libérant le carbure.

» *Combinaisons des butylènes avec le sulfate mercurique.* — Les trois butylènes prévus par la théorie et connus entrent facilement en combinaison avec le sulfate mercurique. J'étudierai particulièrement le composé fourni par le diméthyléthylène dissymétrique, le plus important des trois, à cause de ses rapports avec le triméthylcarbinol.

» En faisant passer un courant de ce butylène dans le réactif mercurique chaud, il se forme une substance jaune, répondant à la formule

$$\left(SO^4 \begin{matrix} \diagup Hg \diagdown \\ \diagdown Hg \diagup \end{matrix} O\right)^3 . C^4H^8,$$

ainsi que le prouve l'analyse suivante :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^4H^8$.
Hg pour 100.........	75,40	75,38
SO^4H^2 »	18,42	18,48
C »	2,97	3,01
H »	0,54	0,50

» Ce produit se dissout avec effervescence dans l'acide chlorhydrique en dégageant du butylène, qu'on peut reconnaître par la propriété qu'il a de précipiter l'azotate ou le sulfate mercurique chauds.

» Il est plus stable à l'ébullition que le composé obtenu avec le pental.

» *Combinaison du propylène avec le sulfate mercurique.* — Lorsqu'on fait traverser du sulfate de mercure acide, maintenu à 80°-85°, par un courant de gaz propylène, il se forme au bout de quelques instants un précipité jaune, de composition analogue à celle des combinaisons mercurico-éthéniques précédemment étudiées, mais beaucoup plus instable qu'elles, ce qui le rend très difficile à obtenir à l'état de pureté. Maintenu, en effet, pendant quelques minutes dans son eau-mère, surtout vers 90°-100°, il se transforme vite, par un phénomène d'oxydation et de réduction simultanées, en SO^4Hg^2 blanc et cristallin et en aldéhyde non saturée correspondante, l'acroléine, dont les vapeurs irritantes sont si reconnaissables.

» Je me propose d'examiner ultérieurement si les composés mercuriques homologues fournissent une réaction du même ordre.

» Dans un prochain travail, j'indiquerai l'application qu'on peut faire des résultats qui viennent d'être développés à la diagnose des alcools tertiaires et à la recherche des carbures polyéthyléniques dans l'éther commercial. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de formation de quelques quinones à poids moléculaire élevé.* Note de M. **Amand Valeur.**

« On sait qu'il existe deux quinones isomériques correspondant au naphtalène : l'α-naphtoquinone, odorante, volatile avec la vapeur d'eau et qui est considérée comme une quinone vraie, et la β-naphtoquinone, inodore, non volatile et qu'on regarde généralement comme une dicétone d'un type spécial. A côté de cette dernière viennent se ranger quelques composés qui dérivent de carbures d'hydrogène à poids moléculaire plus élevé, comme l'anthraquinone, la phénanthrènequinone, la rétènequinone, etc.

» Dans le but d'établir en quoi ils diffèrent, au point de vue thermochimique, des quinones vraies, j'ai été amené à déterminer leurs chaleurs de formation.

» *α-naphtoquinone* $C^6H^4\langle{}^{CO-CH}_{CO-CH}$ (CH=CH). — Cette substance a été préparée en oxydant par le mélange chromique le chlorhydrate d'α-amido-α-naphtol; après deux cristallisations dans l'alcool, elle fondait à 125°. La combustion dégage par gramme :

6983^cal^,9, 6989^cal^,5, 6978^cal^,8 ; moyenne = 6984^cal^,0.

» Pour une molécule $C^{10}H^6O^2 = 158$, on a :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant........	1103,4
	à pression constante......	1103,7
Chaleur de formation par les éléments.............		+46,8

» *β-naphtoquinone* $C^6H^4\langle{}^{CO-CO}_{CH=CH}$ (CO—CO, CH=CH). — Ce composé a été obtenu en oxydant à 0° le sulfate d'α-amido-β-naphtol, et purifié par cristallisation dans l'éther; il se décompose à 114°-120°. Deux combustions ont été faites qui ont donné pour 1^gr^ :

7027^cal^,2 et 7023^cal^,8 ; soit 7025^cal^,5 en moyenne.

Ces nombres donnent, rapportés à la molécule :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1110,0
	à pression constante.....	1111,3
Chaleur de formation par les éléments............		+ 39,7

» La chaleur de formation de l'α-naphtoquinone est donc plus élevée que celle de son isomère; cela s'accorde bien avec ce fait que, dans l'oxydation du napthalène par l'acide chromique, il se produit la quinone α à l'exclusion de la β-naphtoquinone.

» Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 872), j'ai montré que, entre les chaleurs de formation d'une quinone et du phénol ayant le même nombre d'atomes de carbone, il y avait une différence constante de 6^{Cal} environ, exception faite pour les premiers termes. Cette observation m'a engagé à déterminer les chaleurs de formation des naphtols.

» *α-naphtol.* — Le produit commercial a été purifié par cristallisation dans le benzène bouillant; il fondait à 95°. La combustion de 1^{gr} dégage

$8241^{cal},0$, $8254^{cal},8$ $8242^{cal},5$; soit, en moyenne, $8247^{cal},7$.

Ces chiffres, rapportés à la molécule $C^{10}H^8O = 144$, donnent :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1187,6
	à pression constante.....	1188,5
Chaleur de formation...........		+ 30,5

» *β-naphtol.* — Après cristallisation dans le benzène chaud, ce produit fondait à 122°. La combustion dégage par gramme :

$8261^{cal},7$, $8263^{cal},2$, $8254^{cal},2$; moyenne : $8259^{cal},8$,

soit, pour une molécule $C^{10}H^8O = 144$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1189,4
	à pression constante.....	1190,3
Chaleur de formation à partir des éléments........		+ 28,7

» On voit, d'après ces déterminations, que, pas plus que l'isomérie ortho, méta, para, dans la série benzénique, l'isomérie α-β n'entraîne de variations notables dans les chaleurs de formation. D'autre part, la formation des naphtols, à partir du naphtalène, est plus exothermique ($53^{Cal},8$ pour l'α et $51^{Cal},5$ pour le β) que celle du phénol à partir du benzène ($40^{Cal},8$). Enfin, si l'on compare l'α-naphtoquinone et l'α-naphtol, au point de vue de leur chaleur de formation, on trouve :

α-naphtoquinone..............	$46^{Cal},3$	Différence : $15^{Cal},8$
α-naphtol....................	$30^{Cal},5$	

Ce chiffre est notablement différent de 6^{Cal}; de même la quinone ordinaire et le phénol donnent

Quinone	47^{Cal}	Différence : $10^{Cal},2$
Phénol	$36^{Cal},8$	

La relation signalée plus haut n'existe donc pas non plus pour l'α-naphtoquinone.

» *Anthraquinone* $C^6H^4 \left\langle {CO \atop CO} \right\rangle C^6H^4$. Le produit sur lequel j'ai opéré était en belles aiguilles sublimées, fusibles à 281°. La combustion de 1^{gr} dégage :

$$7431^{cal},0, \quad 7442^{cal},9, \quad 7452^{cal},8; \quad \text{moyenne} : 7442^{cal},2,$$

soit, pour une molécule $C^{14}H^8O^2 = 208$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1547,9
	à pression constante.....	1548,5
Formation par les éléments		+ 47,7

» *Phénanthrènequinone* $\begin{array}{l} C^6H^4-CO \\ \ \ | \qquad\ \ | \\ C^6H^4-CO \end{array}$. — Cette quinone a été purifiée par plusieurs cristallisations dans l'acide acétique bouillant; elle fondait à 196°. Trois combustions en ont faites qui ont donné pour 1^{gr} :

$$7444^{cal},4, \quad 7444^{cal},9, \quad 7430^{cal},0; \quad \text{moyenne} = 7439^{cal},7,$$

soit, pour une molécule $C^{14}H^8O^2 = 208$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	1547,4
	à pression constante.....	1548,0
Chaleur de formation à partir des éléments		+ 48,2

» *Rétènequinone* $\begin{array}{l} (CH^3)^2-CH-C^6H^3-CO \\ \qquad\qquad\quad\ \ | \qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad C^6H^4 \quad CO \end{array}$. — Ce composé, après plusieurs cristallisations dans l'acide acétique, fondait à 197°.

» Sa combustion a donné les nombres suivants rapportés à 1^{gr} de substance :

$$8174^{cal},0, \quad 8161^{cal},4, \quad 8169^{cal},0; \quad \text{moyenne} = 8168^{cal},1.$$

» Pour une molécule $C^{18}H^{16}O^2$, on en déduit :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	2156,4
	à pression constante.....	2158,0
Chaleur de formation		91,4

» La connaissance des chaleurs de formation ne permet pas d'apporter un argument pour ou contre la constitution dicétonique des quinones. En effet, les dicétones dérivent des carbures saturés par fixation de O^2 et élimination de $2H^2O$; au contraire, la production des quinones en partant des carbures aromatiques se fait avec fixation de O^2 et élimination de H^2O.

Les seuls composés qui soient, à ce point de vue, comparables aux quinones sont les acides. Or la chaleur de formation des acides à partir des hydrocarbures ne varie pas sensiblement avec le poids moléculaire et oscille entre 90^{Cal} et 100^{Cal}. Dans le cas des quinones, au contraire, cette valeur est plus élevée et s'accroît d'ailleurs notablement avec le poids moléculaire, comme le montrent les chiffres suivants qui représentent la chaleur de formation des quinones à partir des hydrocarbures correspondants : quinone ordinaire $+120^{Cal},1$, toluquinone $+118^{Cal},5$, thymoquinone $+137^{Cal},9$, α-naphtoquinone $+138^{Cal},1$, β-naphtoquinone $+131^{Cal},5$, anthraquinone $+159^{Cal},1$, phénanthrènequinone $+152^{Cal},4$, rétènequinone $+167^{Cal},2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleurs de neutralisation de l'acide éthylphosphorique.* Note de M. G. Belugou, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 13 décembre 1897, j'ai montré, en collaboration avec M. H. Imbert, que l'acide glycérophosphorique se conduisait thermochimiquement comme l'acide phosphorique. J'ai poursuivi cette étude sur l'acide éthylphosphorique purifié par un procédé que j'indiquerai plus tard et qui m'a permis d'obtenir une solution sensiblement pure. J'ai opéré sur une liqueur étendue, telle que $PO^4(C^2H^5)H^2$ fût en dissolution dans 6^{lit} d'eau, conditions identiques à celles dans lesquelles se sont placés MM. Berthelot et Louguinine pour l'acide phosphorique.

» En faisant agir successivement une première, une deuxième, enfin une troisième molécule de potasse, j'ai obtenu les chaleurs de neutralisation suivantes :

$PO^4(C^2H^5)H^2$ (1 mol. = 6^{lit}) KOH (1 mol. = 2^{lit})

$PO^4(C^2H^5)H^2$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^2H^5)KH$ diss. + H^2O	....	Cal $+15,5$
$PO^4(C^2H^5)KH$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^2H^5)K^2$ diss. + H^2O	....	$+13,8$
$PO^4(C^2H^5)K^2$ diss. + KOH diss.	....	$+0,8$

» Avec l'acide glycérophosphorique et la potasse nous avions eu dans les mêmes conditions :

$PO^4(C^3H^7O^2)H^2$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + H^2O	....	Cal $+15,4$
$PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + H^2O	....	$+13,9$
$PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + KOH diss.	....	$+0,4$

» Or l'acide phosphorique donne :

	Cal
PO^4H^3 diss. + KOH diss. = PO^4KH^2 diss. + H^2O	+ 15,9
PO^4KH^2 diss. + KOH diss. = PO^4K^2H diss. + H^2O	+ 11,1
PO^4K^2H diss. + KOH diss. = PO^4K^3 diss. + H^2O	+ 6,6

» Ces expériences confirment ce qui avait été annoncé précédemment. Dans l'acide monoéthylphosphorique la fonction alcool seule a disparu, les fonctions acide fort et acide faible restant comparables à celles de l'acide glycérophosphorique. La quantité de chaleur dégagée par la troisième molécule de potasse est seule notablement supérieure.

» Ce fait pourrait tenir à ce que l'éther acide contenait un peu d'acide phosphorique libre, ce qui paraît infirmé par les résultats obtenus avec la première et la deuxième molécule d'alcali, mais il pourrait indiquer aussi que l'acide monoéthylphosphorique ou mieux le monoéthylphosphate dipotassique se saponifie partiellement en présence d'un excès d'alcali.

» MM. H. Imbert et Astruc ont indiqué, d'autre part (*Comptes rendus*, 13 décembre 1897), que l'acide glycérophosphorique est monobasique à l'hélianthine A et bibasique à la phtaléine. Je me suis assuré que l'acide monoéthylphosphorique se conduit d'une façon identique vis-à-vis de ces deux réactifs et peut être dosé volumétriquement en tenant compte de ce que, avec le premier, à une molécule d'alcali correspond une molécule d'acide, avec le second, une molécule d'acide exige deux molécules d'alcali.

» Je conclus donc de ce travail préliminaire que :

» 1° L'éthérification de l'acide phosphorique par une molécule d'alcool éthylique se fait aux dépens de la fonction alcool laissant persister les deux fonctions acide fort et acide faible;

» 2° La quantité de chaleur dégagée par la deuxième molécule d'alcali agissant sur les éthers acides est plus grande que celle produite par l'acide phosphorique dans les mêmes conditions; il semble donc que les monoéthers-phosphates dipotassiques sont moins facilement dissociables en solution aqueuse que les phosphates correspondants;

» 3° Les oxhydryles de la glycérine, persistant dans l'acide glycérophosphorique, n'influencent pas les deux fonctions acides;

» 4° L'acide éthylphosphorique se comporte, vis-à-vis de l'hélianthine et de la phtaléine, comme les acides phosphorique et glycérophosphorique et peut, par suite, être dosé volumétriquement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5.* Note de M. **F.-E. Blaise**, présentée par M. Friedel [1].

« J'ai montré que les olides 1.4 à fonction olidique créée sur un atome de carbone tertiaire, chauffées avec le cyanure de potassium, donnent naissance, par suite d'une transposition moléculaire, à des acides nitriles de la série succinique. Pour arriver à la synthèse de l'acide 2.2-diméthylpentanedioïque-1.5, le problème revenait donc à partir d'une olide à fonction primaire, telle que la suivante

(1)
$$(CH^3)^2C - CO \quad ; \quad CH^2 - CH^2 \quad \Big\rangle O.$$

$$\text{i.e. } \underset{CH^2 - CH^2}{\overset{(CH^3)^2C - CO}{|}} \rangle O.$$

D'après un travail de MM. Fr. Fichter et A. Herbrand (*D. ch. G.*, t. XXIX, p. 1192), l'anhydride pyrotartrique, réduit en liqueur acide par l'amalgame de sodium, fournit l'olide

$$\underset{CH^2 - CH^2}{\overset{CH^3 - CH - CO}{|}} \rangle O.$$

Je pouvais donc espérer obtenir la diméthyl-2.2-butanolide-1.4 par réduction de l'anhydride diméthylsuccinique dissymétrique. J'ai obtenu en effet une olide; mais celle-ci répond certainement à la constitution

(2)
$$\underset{CH^2 - CO}{\overset{(CH^3)^2C - CH^2}{|}} \rangle O,$$

car, chauffée avec le cyanure de potassium, elle fournit exclusivement un nitrile acide correspondant à l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5

$$\underset{CH^2 - CO}{\overset{(CH^3)^2C - CO}{|}} \rangle O + KCAz = (CH^3)^2C \langle \begin{matrix} CH^2 - CAz \\ CH^2 - COOK. \end{matrix}$$

---

(1) Travail fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Paris.

» La réduction porte donc, ainsi que l'on pouvait s'y attendre, sur le carbonyle dérivé du carboxyle le moins acide.

» Il est bien vraisemblable que l'anhydride pyrotartrique doit se comporter de même. MM. Fichter et Herbrand ont établi la constitution de l'olide qu'ils ont obtenue en la réduisant par l'acide iodhydrique, ce qui, d'après ces auteurs, fournit l'acide méthyléthylacétique. Dans le cas où l'olide répondrait à la constitution

$$\begin{array}{l} CH^3 - CH - CH^2 \diagdown \\ \qquad\quad | \qquad\qquad\quad O, \\ \qquad CH^2 - CO \diagup \end{array}$$

on devrait obtenir l'acide isovalérique. Or l'identification de ces deux acides est extrêmement délicate; ils ne peuvent guère être distingués qu'au nombre de molécules d'eau que renferment leurs sels de calcium. Les auteurs ont bien préparé le sel calcique de l'acide qu'ils ont obtenu, mais les résultats analytiques qu'ils donnent ne portent que sur la quantité de base renfermée dans le sel anhydre.

» Je me propose de vérifier la constitution de l'olide obtenue en la chauffant avec le cyanure de potassium; l'hydratation de l'acide nitrile formé donnera, soit l'acide 2-méthylpentanedioïque-1.5, soit l'acide 3-méthylpentanedioïque-1.5, qui sont faciles à différencier.

» *Partie expérimentale.* — La réduction de l'anhydride diméthylsuccinique a été effectuée suivant les indications de MM. Fichter et Herbrand, mais le rendement obtenu n'a jamais dépassé 12 pour 100. L'olide constitue un liquide incolore, à odeur douce, bouillant à 207°-210°.

» On place dans un tube qu'on scelle ensuite 12^{gr} de cette olide et 8^{gr} de cyanure de potassium bien sec et finement pulvérisé. On chauffe à 275°-280° pendant cinq heures au bain de nitrates. A l'ouverture du tube, on ne constate pas de pression; on redissout le contenu du tube dans l'eau et l'on épuise trois fois à l'éther pour éliminer l'olide qui n'a pas réagi. On sature alors la liqueur d'acide chlorhydrique en la laissant s'échauffer. Quand le gaz se dégage abondamment, on ajoute un peu de noir animal et l'on évapore à sec. Le résidu est soumis à un épuisement continu au moyen de l'éther. Dans la solution éthérée se déposent bientôt de longues aiguilles; on distille la majeure partie de l'éther, on essore et on lave les cristaux avec un peu d'éther. Ces cristaux constituent l'amide acide $\begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C - CH^2 - CO - AzH^2$. Cette amide se présente en
$\qquad\qquad CH^2 - CO^2H.$

aiguilles blanches, solubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther et le benzène et fusibles à 146°. Elle distille à 268° sans perdre d'eau. On peut enfin la chauffer au bain-marie pendant plusieurs heures avec de l'acide chlorhydrique concentré sans lui faire subir la moindre hydratation. Par contre, elle est facilement hydratée avec déga-

gement de gaz ammoniac par les alcalis en solution aqueuse. Cette hydratation fournit l'acide 3.3-diméthylpentanedioïque-1.5 déjà obtenu par MM. Goodwin et Perkin (*Chem. Soc.*, p. 64; 1894) et par M. Auwers (*D. ch. G.*, t. XXVIII, p. 1130). Cet acide fond à 101°-102°.

» Chauffé avec l'anhydride acétique, il fournit un anhydride qu'on peut faire cristalliser facilement dans un mélange d'éther de pétrole et de benzène, et qui fond à 124°. Cet anhydride, traité par l'aniline, donne un acide phénylamidé fusible à 134°.

» J'ai cherché, d'autre part, si la réaction n'avait pas donné naissance à un autre acide.

» Pour cela, l'éther-mère de l'amide acide a été évaporé et le résidu hydraté par la potasse en solution aqueuse. On acidule ensuite par l'acide chlorhydrique et l'on évapore à sec; le résidu est soumis à un épuisement continu au moyen de l'éther. Ce solvant abandonne une huile qu'on chauffe avec du chlorure d'acétyle pour transformer l'acide en anhydride. On distille ensuite, et la totalité du produit passe entre 268° et 275°. L'anhydride distillé cristallise en masse; on le redissout dans un peu de benzène et on le transforme en dérivé phénylamidé qu'on soumet à des cristallisations fractionnées.

» Cette opération ne m'a fourni qu'un seul acide phénylamidé, fusible à 134°, et qui correspond, par conséquent, à l'acide 3.3-diméthylpentanedioïque-1.5. Cet acide s'est donc formé seul dans la réaction et l'olide dont il dérive est un corps unique possédant la constitution que je lui ai attribuée. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse spectrale des composés non conducteurs par les sels fondus.* Note de M. A. de Gramont, présentée par M. Friedel.

« Les silicates naturels, réduits en poudre fine et dissous dans une perle de carbonate alcalin fondu, d'où jaillit l'étincelle dirruptive d'un condensateur chargé par une bobine d'induction, m'ont donné [1] au spectroscope les principales raies du silicium. La plupart des éléments constituants ou accessoires des silicates manifestent aussi leur présence de la même manière. J'ai donc été amené à rechercher dans ce procédé une méthode généralement applicable aux minéraux non conducteurs qui échappent à l'analyse spectrale directe déjà exposée ici [2]. L'apparition continue et

---

[1] *Comptes rendus*, 25 janvier 1897.

[2] *Comptes rendus*, 8 juillet 1895.

très vive des spectres de lignes des composants du minéral étudié fait rentrer celui-ci dans les conditions d'examen des sels fondus dont j'ai précédemment donné les spectres de dissociation. Non seulement les silicates, mais aussi les sulfates, sulfures, fluorures, carbonates, oxydes et, en dehors des minéraux, les précipités insolubles et non conducteurs successivement obtenus dans les séparations analytiques de la voie humide, donnent des résultats satisfaisants par cette méthode d'investigation. Comme pour toute réaction spectrale, la sensibilité de diagnostic diffère notablement d'un corps simple à l'autre; elle dépasse, pour la plupart, celle du chalumeau ou de la voie humide.

» Le procédé n'exige qu'une faible quantité de matière, finement pulvérisée dans un mortier d'agate et intimement mélangée avec le sel destiné à la désagréger et à la dissoudre. Un peu de ce mélange est mis en fusion dans une flamme, sur l'extrémité aplatie d'un gros fil de platine formant la branche inférieure du dispositif que j'ai appelé *en* V *couché,* et où le sommet de l'angle aigu est le point de jaillissement de l'étincelle, amenée sur la couche fondue par le rapprochement des deux branches, reliées respectivement aux pôles de la batterie de jarres et de la bobine.

» Le sel fondu employé comme dissolvant igné du minéral a été de préférence le carbonate de lithium, à cause de la simplicité de son spectre, de sa facile fusibilité et de sa rapidité à dissoudre les silicates. Le carbonate de sodium donne de bons résultats, mais il est moins fusible et le maximum d'intensité des spectres obtenus par son attaque est notablement plus lent à se manifester qu'avec Li^2CO^3. Les deux sels ont été employés concurremment dans la plupart des essais, et la supériorité de puissance dissolvante du sel de lithium, à température relativement basse, m'a paru en conseiller l'emploi, dans toute analyse de silicate par désagrégation ignée.

» Le petit nombre de raies du carbone, dont j'ai déjà signalé la présence et les conditions d'apparition dans les carbonates ([1]), est, dans la pratique, réduit à deux : (657,8) dans le rouge et (426,7) dans l'indigo. Le spectre du dissolvant présente donc très peu de raies; au lieu de gêner l'observation, elles servent à repérer celles dont on constate la présence pour en rechercher l'origine.

» Ce procédé offre un autre avantage : l'absence du spectre de l'air (trait de feu), qui se manifeste seulement après la volatilisation du sel fondu, ou lorsque la flamme cesse d'envelopper celui-ci.

» L'emploi d'autres sels fondus a été essayé. L'acide borique et les borates m'ont

---

([1]) *Comptes rendus,* 29 juillet 1897.

paru très mauvais conducteurs, soit fondus, soit à l'état de vapeurs; l'étincelle s'y fraye difficilement passage en donnant le spectre du platine des fils et celui de l'air. Les lignes du bore ne peuvent d'ailleurs être obtenues que dans des conditions toutes spéciales surtout au point de vue de la puissance de l'étincelle employée. Il n'y a donc lieu ni de se servir des sels du bore comme dissolvant spectral des corps, ni de rechercher le bore par son spectre de dissociation; il faut au contraire avoir recours aux bandes vertes bien connues qu'il donne dans la flamme.

» On peut, en revanche, faire usage des bisulfates alcalins pour la recherche des métaux, mais sans dépasser une faible condensation insuffisante pour amener les raies du soufre, ou pour l'étude des parties plus réfrangibles du spectre où le soufre ne se manifeste pas.

» La source de chaleur à employer peut varier avec le sel; pour Li^2CO^3 une simple lampe à alcool suffit; mais, avec les autres carbonates ou bisulfates, il y a lieu de recourir au brûleur de Bunsen ou à l'éolipyle à pétrole.

» L'ensemble du dispositif expérimental et le mode d'observation sont ceux dont j'ai jusqu'ici fait usage pour l'étude des sels fondus. La condensation seule a varié; elle a été réduite à une jarre pour la recherche des métaux seulement, sans faire apparaître les raies des métalloïdes. Si l'on craint la formation de composés métalliques réductibles et pouvant attaquer le platine, on remplacera la spatule inférieure par un morceau de graphite de Sibérie bien pur, creusé en coupelle pour contenir la goutte du mélange fondu, et maintenu dans la flamme par une pince à bouts de platine ([1]). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les fonctions de l'hypophyse cérébrale.* Note de M. E. de Cyon.

« Mes recherches sur les corps thyroïdes, en établissant leur rôle d'organes destinés à protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang ([2]), m'avaient forcément amené à étudier les fonctions de l'hypophyse cérébrale. Dans l'exposé détaillé de ces recherches, je m'exprimais ainsi sur les fonctions probables de l'hypophyse : « Parmi les appareils qui

---

([1]) Dans une prochaine Communication je me propose de résumer mes observations sur la recherche des différents corps simples par la méthode que je viens d'exposer.

([2]) *Comptes rendus*, 13 septembre 1897.

» permettent au cerveau d'invoquer l'intervention protectrice des thy-
» roïdes, l'hypophyse doit occuper la première place ([1]). »

» Des expériences exécutées dans cet ordre d'idées ont pleinement confirmé mes prévisions et m'ont permis de déterminer d'une manière précise plusieurs fonctions de l'hypophyse.

» Ces expériences consistaient en injections intra-veineuses des extraits aqueux de l'hypophyse, préalablement séchée et pulvérisée; en excitations électriques ou mécaniques de cet organe; enfin en son extirpation. Ces opérations, accompagnées de l'observation de la pression sanguine, ainsi que du fonctionnement des nerfs du cœur, avaient donné des résultats parfaitement concordants, dont voici un bref résumé.

» I. Enfermée dans une cavité à parois rigides, située elle-même dans l'endroit le plus abrité de la boîte cranienne, se trouvant par l'*infundibulum* en communication avec le troisième ventricule du cerveau, abondamment dotée de vaisseaux sanguins et, en outre, entourée par de puissants sinus veineux, l'hypophyse est particulièrement apte à être impressionnée par les fluctuations de pression soit du liquide cérébro-spinal, soit du sang. En effet, *toute pression, même légère, exercée sur l'hypophyse, se manifeste immédiatement par une brusque variation de la pression sanguine et par un ralentissement notable des battements du cœur, dont la force est en même temps considérablement augmentée.* L'excitation électrique de l'hypophyse, même par des courants excessivement faibles, produit exactement les mêmes phénomènes que la pression mécanique, mais d'une manière bien plus intense.

» A l'occasion de ces expériences, j'ai pu constater que le ralentissement des pulsations que provoque toute augmentation des résistances dans les voies circulatoires, et qu'on attribuait jusqu'à présent à une excitation *directe* des terminaisons de nerfs pneumogastriques dans la moelle allongée, n'est dû en réalité qu'à une excitation *réflexe* de ces terminaisons, qui a son origine dans l'hypophyse : *c'est l'excitation de cette dernière qui, par l'augmentation de la pression, amène le ralentissement des battements du cœur.* En effet, il suffit d'extirper l'hypophyse pour que l'occlusion de l'aorte abdominale ne puisse plus provoquer de ralentissement des pulsations.

» La destination physiologique de cette faculté de l'hypophyse, de

---

([1]) *Beiträge zur Physiologie der Schilddrüse und des Herzens* (*Archives de Physiologie de Pflüger,* Vol. 70, p. 212).

répondre à toute pression par une excitation des pneumogastriques et par une modification de la tension des petits vaisseaux, est facile à établir à l'aide de mes recherches antérieures sur les corps thyroïdes. Ces recherches ont, en effet, démontré que, sous l'influence de l'excitation des pneumogastriques, *la vitesse de la circulation veineuse dans les thyroïdes peut s'accroître jusqu'au quadruple de la vitesse normale* (¹). *Toute pression sur l'hypophyse fait, par conséquent, entrer en jeu les mécanismes par lesquels les corps thyroïdes débarrassent le cerveau d'un dangereux afflux de sang.* L'hypophyse dirige ces mécanismes, un peu comme les appareils électriques d'une gare déclenchent le système des blocs sur les lignes des chemins de fer.

» II. En dehors de ce rôle purement *mécanique*, l'hypophyse joue encore un rôle *chimique*.

» Comme la glande thyroïde, elle produit une substance destinée à faciliter la tâche de son mécanisme automatique. En effet, *les extraits de l'hypophyse injectés dans les veines d'un animal produisent, sur le cœur et sur la pression sanguine, des effets identiques à ceux que provoquent les excitations électriques ou mécaniques de cet organe.* L'iodothyrine est, comme je l'ai démontré antérieurement, l'agent chimique principal des corps thyroïdes. *La substance active de l'hypophyse est une combinaison organique de phosphore*, que je propose de désigner sous le nom de *hypophysine ou phosphoro-hypophysine*. Sur les pneumogastriques, cette substance exerce une action analogue à celle de l'iodothyrine. Sur le système vasomoteur, son action diffère de celle de l'iodothyrine, autant que l'exige d'ailleurs la différence entre la position anatomique de l'hypophyse à l'*intérieur* de la boîte cranienne et celle des thyroïdes à l'*entrée* et *en dehors* du crâne.

» Les résultats de mes recherches sur l'hypophyse, que je viens de résumer, permettent d'expliquer la manière dont cet organe peut suppléer à l'absence des corps thyroïdes, ou à leur mise hors d'état de fonctionner régulièrement. D'une part, l'action de l'hypophysine sur les nerfs du cœur remplace celle de l'iodothyrine; tandis que, de l'autre, l'action directe de l'hypophyse sur les pneumogastriques et sur le système sympathique provoque encore des modifications assez notables dans la circulation sanguine pour pouvoir, à défaut de thyroïdes, protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang. L'hypertrophie de l'hypophyse, constante chez certains animaux, par exemple, chez les lapins, après l'extirpation

(¹) *Loc. cit.*, Chap. IV.

des thyroïdes, indique clairement le surcroît de travail que cette opération lui impose. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production de godets faviques par l'inoculation à l'homme et à la souris d'un Tricophyton pyogène.* Note de MM. **Sabrazès** et **Brengues**, présentée par M. Bouchard [1].

« L'inoculation sur l'épiderme de l'homme d'un champignon morphologiquement tricophytique, extrait d'un sycosis parasitaire profond de la barbe, observé dans le service de M. le professeur Lannelongue, a déterminé l'apparition d'une plaque suppurative, parsemée de *godets* jaune soufre de petites dimensions, ayant les caractères objectifs et *microscopiques* des godets faviques. Les rétrocultures ont fourni le champignon inoculé qui paraît se confondre avec le Tricophyton pyogène du cheval, bien connu depuis les travaux de M. Sabourand.

» Ce même champignon, inoculé à deux souris, a produit des godets faviques, ainsi que le démontrent l'*aspect objectif*, l'*étude microscopique* et les *rétrocultures*.

» Ces godets sont moins envahissants que ceux qui résultent de l'inoculation des champignons du favus humain et du favus du chien. Chez l'homme, ils sont rapidement masqués par le processus suppuratif inhérent à la vie du parasite dans l'épiderme et dans le follicule pileux; chez l'animal, ils se détachent à la longue, laissant à nu des exulcérations suintantes et dépilées des téguments et n'entraînent pas la mort.

» Ces constatations prouvent, à notre avis, qu'il faut, entre les Tricophytons et les Achorions, faire tomber les barrières trop absolues que la plupart des travaux antérieurs avaient édifiées. Du reste, l'étude morphologique et biologique de plusieurs champignons faviques d'origine animale (poule, chien, chat, souris), poursuivie depuis plusieurs années, en collaboration avec M. Costantin, par M. Sabrazès, aboutit à cette même conclusion.

» Ces faits viennent encore à l'appui de l'opinion que l'un de nous a contribué à fonder, à savoir : la pluralité des champignons susceptibles de végéter, sous la forme de godets de spore mycélienne et d'une malignité variable, dans l'épaisseur du revêtement cutané de l'homme et de la souris.

---

[1] Travail du laboratoire des cliniques de la Faculté de Bordeaux.

» Nous dirons, en terminant, que c'est la première fois qu'un champignon réputé tricophytique est reconnu pathogène pour la souris. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les parasites du cancer et du sarcome* (*coloration, structure, cycles de reproduction, dimorphisme évolutif*). Note de M. **F.-J. Bosc**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une précédente Note, nous avons étudié la morphologie et la répartition, dans le cancer et le sarcome, de parasites constants dont nous avons décrit cinq types principaux.

» Ces éléments présentent des *réactions colorantes*, une *structure* et des *modes de reproduction*, qui constituent autant de preuves nouvelles et de plus en plus importantes de leur nature parasitaire.

» 1° *Coloration*. — Déjà, dans un simple examen microscopique direct, sans coloration, de matière cancéreuse fraîche, on peut distinguer les parasites des éléments cellulaires. Mais la coloration convenable des produits cancéreux *frais* donne des élections extrêmement remarquables, qui mettent les parasites en relief et permettent de les étudier *tels qu'ils sont en réalité, en dehors de toute altération*.

» L'examen de coupes histologiques colorées n'est pas, à lui seul, une base suffisamment sûre; mais, s'il vient s'ajouter à l'examen des tissus frais, cette étude comparative permet d'avoir les renseignements les plus précis sur la forme, les rapports, la structure et le développement des parasites. Les colorations par le picro-carmin, l'hématéine, la safranine, l'hématéine-fuchsine acide orange, le biondi, l'erlich dilué, la safranine-induline, la fuchsine acide bleu de Roux, etc., montrent que *chaque partie du parasite présente des réactions propres* et que *toutes les formes parasitaires se différencient, avec une netteté indiscutable, des tissus environnants*.

» 2° *Structure*. — Les principales formes parasitaires sont les formes microbiennes, les granulations, les formes cellulaires et les formes enkystées; les trois premières sont toujours entourées d'une zone hyaline.

» *a. Zone hyaline*. — Elle peut prendre un très grand développement (25^{μ} à 30^{μ} de diamètre) et elle constitue, non un produit de dégénérescence, mais la *partie périphérique différenciée du parasite*. Elle n'adhère pas au protoplasma de la cellule-hôte; elle fait corps avec la masse centrale du parasite. Dans la cellule-hôte, elle prend une forme ronde, de par son élasticité et celle du protoplasma de la cellule. Mais, lorsqu'on examine les parasites libres dans les mailles conjonctives, la zone hyaline présente

des bords irréguliers, amiboïdes. Homogène, très réfringente, surtout dans sa partie centrale, elle se colore difficilement, à l'état frais, mais bien plus facilement sur les coupes et d'une façon élective. Sur les coupes histologiques, elle subit des altérations d'intensité variable, depuis un simple plissement jusqu'à des rétractions et des vacuolisations qui lui donnent un aspect étoilé ou en rayons de roue *pouvant simuler les filaments de passage des cellules malpighiennes.*

» Normalement, la zone hyaline peut présenter de *fines stries rayonnées* dues à des différences de réfringence. Dans les formes sarcodiques, cette zone peut devenir énorme et d'aspect pseudopodique.

» *b. Formes microbiennes et granulations.* — La petite masse qui les forme, située au centre d'une zone hyaline de petit diamètre, est homogène, brillante, à bords délicats. Elle prend la plupart des couleurs, mais surtout l'hématéine, la safranine, la fuchsine acide; elle a une grande affinité pour le carmin boraté, le bleu de méthylène. Ses affinités dans les colorations composées sont très différentes de celles du noyau de la cellule-hôte; elles se rapprochent davantage de celles du nucléole. Il ne m'est pas possible de préciser la nature chimique de cette substance, mais il existe des ressemblances entre elle et les bactéries.

» *c.* Les *formes cellulaires* de petit volume sont formées par une grosse granulation nucléée. Cette masse peut prendre une structure complexe et se différencier en zones concentriques depuis le noyau central nucléolé jusqu'à la zone hyaline. Ces zones sont homogènes ou bien l'une d'elles est chargée de granulations fines, fortement colorées par l'hématéine et la safranine. Chacune de ces zones se différencie par des réactions colorantes très délicates, avec le biondi ou l'erlich dilué, par exemple.

» *d. Formes enkystées.* — Si l'on étudie les formes cellulaires les plus complexes, on arrive à suivre les transformations de chacune de leurs zones jusqu'à la formation du kyste. La zone hyaline se condense en grosses granulations irrégulières qui se joignent et forment la paroi externe du kyste; dans la masse protoplasmique homogène du parasite, les granulations fines deviennent très abondantes, l'aspect homogène disparaît et l'on a enfin une masse granuleuse qui se rétracte au centre du kyste enfermant un gros noyau. La paroi kystique peut être très épaisse, à double contour, ou très mince (kystes résistants, kystes fragiles); il existe entre cette paroi et la masse centrale un espace incolore, très brillant où cependant la couleur diffuse un peu de la périphérie et qui paraît rempli par une sorte de matière hyaline liquide. Les microspores sont de petits corps très réfringents à paroi épaisse; les spores de grand volume ont une double paroi mince, et les sporozoïtes présentent des réactions tout à fait spéciales, autant pour leur protoplasma que pour leur noyau.

» 3° *Cycles de reproduction.* — En étudiant les formes parasitaires d'une même tumeur, on arrive à reconstituer tous les stades intermédiaires d'une évolution qui aboutit à des phénomènes de reproduction. En nous basant sur les nombreuses tumeurs que nous avons étudiées, suivant la méthode précédemment exposée, nous avons constaté les cycles évolutifs suivants :

» *a.* Cycle *sporulé à spores volumineuses* et à sporozoïtes de grande taille;

» *b.* Cycle *sporulé à microspores :* les spores sont petites, de 3 μ à 5 μ de diamètre et en nombre très considérable, d'abord insérées sur la masse centrale, puis libres dans le kyste;

» *c. Cycle asporulé* aboutissant, par division nucléaire directe et condensation du protoplasma, à la formation d'une *morula* et de mérozoïtes de grande et petite taille (micrococciques);

» *d. Cycle à microsporozoïtes* ou chromatozoïtes : je n'ai pu l'observer qu'une seule fois;

» *e. Division directe,* soit faisant partie d'un des cycles ci-dessus, précédant par exemple le cycle asporulé à morula, soit constituant un *véritable mode de reproduction par division directe à l'infini.*

« 4° *Dimorphisme évolutif.* — En étudiant les formes parasitaires d'une tumeur déterminée, nous fûmes surpris de trouver des formes impossibles à classer dans une même série. Ce n'est que par l'étude comparée de toutes les formes trouvées dans de nombreux écrasements et des séries de coupes que nous arrivâmes à nous convaincre qu'*un même parasite peut présenter plusieurs cycles évolutifs.* Nous trouvâmes par exemple, dans une tumeur, toutes les formes intermédiaires qui aboutissent les unes à la morula, les autres au kyste.

» Dans la plupart des *cancers,* ce dimorphisme évolutif est la règle et l'on peut trouver deux, trois et même quatre cycles évolutifs différents dans un seul carcinome; dans les *sarcomes,* ce dimorphisme est très réduit et l'on ne constate ordinairement que le stade asporulé à micromérozoïtes et la division directe, ou même uniquement un processus de division directe. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'étude de la division cellulaire directe ou amitotique; ses anomalies, sa valeur fonctionnelle.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« En faisant récemment connaître l'évolution et les principales différenciations de la cellule conjonctive chez la Paludine ([1]), j'ai eu l'occasion de mentionner les phénomènes de prolifération qui se manifestent lors de la pénétration de divers parasites, spécialement des Cercaires. L'étude de cette prolifération, ainsi que des processus cytogénétiques concourant à la réaliser, ne laisse pas d'être assez instructive et d'appeler l'attention sur des questions qui, trop souvent, sont laissées dans l'ombre.

([1]) *Comptes rendus,* séance du 28 février 1898.

» Il est effectivement à remarquer que la plupart des travaux d'Anatomie zoologique se bornent à indiquer, çà et là, des faits de prolifération et de division cellulaires, sans entrer dans aucun détail sur les modes de partition ou de multiplication des éléments considérés : il est permis de penser que nombre de faits intéressants ont été ainsi négligés. L'histoire de la cytodiérèse ([1]), directe ou indirecte, est toute contemporaine et se prête à une ample moisson d'observations nouvelles.

» Pour en juger, il suffit de se placer dans des conditions semblables à celles qui m'ont été offertes par le tissu conjonctif de la Paludine. La rapide prolifération dont il est le siège met en œuvre les deux procédés de la cytodiérèse : division indirecte ou mitotique, division directe ou amitotique. Celle-ci sera seule étudiée dans la présente Communication.

» Ses différents stades ont été pleinement élucidés par les belles recherches de M. Ranvier : quel que soit l'élément histique ou le type zoologique dans lequel on l'observe, cette amitose se traduit toujours sensiblement par les mêmes phénomènes. Mais, si régulière que soit sa marche dans la plupart des cas, ne peut-elle offrir quelques particularités, voire des anomalies? La division directe est-elle exclusive de la division indirecte? Quand elles coexistent, quelle est la plus fréquente? Enfin, comment doit-on apprécier l'amitose, au point de vue de sa valeur et de sa signification fonctionnelles?

» Les anomalies de l'amitose sont infiniment plus rares que celles de la karyokinèse; cependant on en observe ici et elles revêtent des caractères variables.

» En premier lieu, il peut arriver que, la partition nucléaire s'étant effectuée, le plasma somatique de la cellule-mère se maintienne au stade de simple constriction. On a alors sous les yeux un élément d'aspect monstrueux, conformé en bissac et possédant deux noyaux.

» Ailleurs, les deux cellules-filles sont déjà nettement tracées, mais leurs territoires restent en contact par une zone plus ou moins étendue, sans qu'on assiste à la séparation des deux éléments ainsi géminés.

» D'autres anomalies portent non plus sur la division plasmatique, mais sur la division nucléaire. Tels sont les exemples dans lesquels j'ai vu les deux moitiés du noyau-mère unies non par un pédicule unique, comme

---

([1]) Ce terme (κύτος, cellule; διαίρεσις, division) est pris ici dans son acception littérale : division cellulaire en général.

dans les cas normaux, mais par un pédicule double, ou par un faisceau de plusieurs filaments.

» Quant aux observations de *noyaux annulaires* que j'ai recueillies, je crois devoir les imputer à des mitoses anormales. Les faits dont j'ai été témoin ne me semblent nullement favorables à la thèse qui veut voir, dans ces noyaux annulaires, les produits d'une amitose irrégulière. Tout me paraît, au contraire, corroborer les vues de Meves et autoriser à regarder ces noyaux annulaires comme dérivant de certains retards, etc., dans la marche de la karyokinèse.

» En effet, de ce que des actes de mitose se manifestent ici, on n'en doit pas conclure à l'absence de divisions indirectes ou karyokinétiques. J'insiste sur ce point, car il pourrait se faire que des cytologistes, étudiant des phénomènes analogues de prolifération, fussent doublement incités à n'y rencontrer que le mode de division directe. D'une part, ils seraient peut-être guidés vers cette appréciation par la croyance, encore très répandue, à l'exclusion réciproque des deux formes de partition cellulaire; d'autre part, ils pourraient être induits en erreur par l'emploi de certains réactifs. C'est ainsi que la thionine met souvent en évidence les divisions directes, sans révéler les karyokinèses qui s'accomplissent dans le même tissu. Or, non seulement la division directe n'exclut nullement la division indirecte, mais celle-ci se montre infiniment plus fréquente dans les circonstances dont il s'agit.

» Le fait acquiert même un intérêt particulier, en raison de la nature des éléments, comme en raison des conditions dans lesquelles leur évolution a été suivie. Demeurant voisines de la forme initiale, douées d'une activité exceptionnelle et sans cesse en jeu, ces cellules sont en voie de prolifération d'autant plus rapide que leur multiplication se trouve provoquée par la pénétration de parasites, contre lesquels se mobilisent toutes les forces vives de l'organisme.

» La prééminence semblerait donc assurée à la division directe, dont le processus est plus simple, dont les effets sont plus prochains; en réalité, elle appartient à la division indirecte. Dès lors, une dernière question se pose : quelle signification fonctionnelle convient-il d'attribuer ici aux deux formes de la cytodiérèse?

» Doit-on leur reconnaître une inégale valeur? L'une d'elles serait-elle seule féconde, l'autre fatalement stérile? En ces dernières années, plusieurs cytologistes ont opiné dans ce sens, représentant la mitose comme l'unique mode physiologique de cytodiérèse. Seule, cette division indirecte eût pu

donner des cellules capables de se reproduire; seule, elle eût été *régénérative,* tandis que la division directe n'eût été que *dégénérative.*

» Cette distinction est sans doute fondée pour les cas où on l'a admise; mais on a eu, tout au moins, le tort de vouloir la généraliser trop hâtivement. Elle est loin d'être toujours justifiée : plusieurs exemples cités par MM. Guignard, Balbiani, Lœwit, etc., montrent qu'il existe une amitose franchement régénérative et à la suite de laquelle les éléments sont aptes à se multiplier. Mes recherches m'ont présenté des faits analogues.

» Il en est du dualisme qu'on s'est efforcé de créer entre les deux formes de division comme de l'antagonisme qu'on a voulu proclamer entre le noyau et le protoplasma de la cellule. Les deux modes de cytodiérèse (dont l'intime parenté s'affirme si nettement chez les Infusoires) concourent au même but, de même que les organes de la cellule assurent les divers actes de sa vie. Ce qu'on doit reconnaître en eux, c'est la fraternité et l'harmonie, non la lutte et l'antinomie.

» Telle est la conclusion à laquelle m'ont conduit mes études sur l'amitose, observée dans les conditions précitées; mais, en même temps, se succèdent de nombreux actes de division mitotique, dont l'analyse n'est pas moins digne d'attention; j'espère l'établir dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides recueillis par les expéditions du* Travailleur *et du* Talisman. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« M. Milne-Edwards a bien voulu me confier l'étude de ces animaux. Les espèces de ces Annélides sont au nombre de quatorze. Une seule d'entre elles appartient à la section des Sédentaires; elle entre dans le genre *Vermilia.* Toutes les autres sont libres.

» Sept de ces espèces sont connues et décrites. Elles font partie des genres *Letmonice* (*L. filicornis*), *Polynoe* (*P. synophthalma*), *Eunice* (*E. Günneri*), *Lumbriconereis* (*L. Latreillei*), *Hyalinecia* (*H. tubicola*), *Tyrrhena* (*T. atlantica*), *Syllis* (*S. setubalensis*).

» Les autres formes sont nouvelles. Cinq, parmi elles, se placent dans des genres connus : *Aphrodite* (*A. perarmata*), *Polynoe* (*P. microphthalma*), *Harmothoe* (*H. Talismani*), *Hyalinecia* (*H. Edwardsi*), *Vermilia* (*V. falcigera*). Les deux dernières possèdent des caractères assez importants pour

motiver la création de groupements génériques, destinés à les contenir, avec plusieurs espèces déjà décrites. L'un de ceux-ci est le genre *Aphroditella*, dont les particularités principales ressemblent à celles des vraies *Aphrodite*, mais dont les soies ventrales sont pectinées, comme leurs correspondantes des *Letmonice*. L'autre constitue le genre *Letmonicella*, semblable au genre *Letmonice*, avec cette différence que le corps se recouvre d'un mince et complet tégument dorsal. Ces deux types, satellites des genres importants *Aphrodite* et *Letmonice*, établissent entre ces derniers une transition des plus nettes.

» Ces espèces diffèrent grandement entre elles, quant au nombre des individus recueillis. Sans doute (du moins est-il permis de le présumer), leurs qualités en ce sens représentent, avec une approximation suffisante, ce qui se passe dans la nature. Les exemplaires les plus abondants, et de beaucoup, appartiennent à deux espèces : *Eunice Günneri* et *Hyalinecia tubicola*. La première, décrite à plusieurs reprises sous différents noms (*E. amphiheliæ*, *E. floridana*, *E. philocorallia*), vit en commensalisme sur deux polypiers calcaires, communs dans les grandes profondeurs, le *Lophohelia prolifera* et l'*Amphihelia oculata*. La seconde, malgré des variations de taille d'une certaine amplitude, offre, dans ses caractères, une assez grande constance pour n'être point démembrée; chacun de ses représentants habite un tube corné, cylindrique, ouvert aux deux bouts, semblable à une plume d'oie, qu'il se produit lui-même. Peut-être la manière efficace dont ces animaux arrivent à se protéger, soit en se faisant des loges avec des polypiers calcaires, soit en s'abritant dans des tubes résistants, mais assez légers pour permettre les déplacements, explique-t-elle leur grande abondance.

» Quant à leur distribution en profondeur, la plupart des espèces, recueillies au cours de ces dragages, ont été prises entre 500^m et 2000^m; elles demeurent cantonnées à ces niveaux ou s'en écartent peu. Pourtant l'une, littorale d'habitude (*Lumbriconereis Latreillei*), a été trouvée par 400^m; une autre, la *Letmonicella spinosissima*, l'a été vers 99^m. La *Hyalinecia tubicola* remonte jusqu'à 40^m et 30^m. En revanche, la *Hyalinecia Edwardsi* fut capturée par 4255^m; c'est, parmi les espèces d'Annélides d'eau profonde, l'une des mieux établies à cet égard.

» En ce qui concerne leur extension géographique, presque toutes ces espèces sont propres à la moitié septentrionale de l'océan Atlantique. Seules, les deux qui se font remarquer par leur abondance comme nombre d'individus (*Eunice Günneri* et *Hyalinecia tubicola*) ont également une ré-

partition plus vaste en surface, car on les a obtenues de la Méditerranée, et, pour l'une d'elles (*H. tubicola*), de l'océan Pacifique.

» Chacune de ces espèces possède diverses particularités, d'importance inégale, qui contribuent à les caractériser. Deux ont assez de valeur pour mériter une mention spéciale. La *Hyalinecia Edwardsi*, draguée par 4255^{m} entre les Açores et l'Espagne, fabrique son tube avec un mucus épais, qui agglutine, pour mieux se consolider, de menus débris, parmi lesquels dominent des quartzites de différentes couleurs. La *Syllis setubalensis* se comporte, dans les phénomènes de sa sexualité, comme la *Syllis hamata;* l'extrémité postérieure de son corps se convertit en un tronçon sexuel, qui modifie ses dispositions, notamment les formes des soies, et se munit, par surcroît, de taches pigmentées placées à la base des cirrhes dorsaux. A cause de la profondeur (1200^{m}) où vivent ces êtres, étant données la cécité de la plupart des Annélides des grands fonds et l'absence de lumière à ce niveau, ces taches semblent plutôt correspondre à des organes doués de phosphorescence qu'à des appareils de vision. »

ZOOLOGIE. — *Sur une cavité du tégument servant, chez les* Myrmicinæ, *à étaler, au contact de l'air, un produit de sécrétion.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Em. Blanchard.

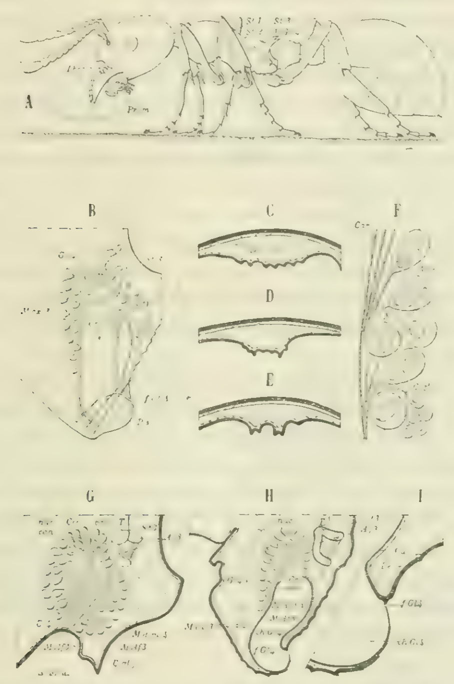
« Parmi les nombreuses glandes qui viennent déboucher à la surface du corps des Fourmis, celle qui se trouve logée dans la région inférieure du corselet présente une particularité remarquable (¹).

» Au point de vue histologique, cette glande est, comme toutes les autres glandes tégumentaires (*fig.* F), formée de grosses cellules pourvues chacune d'un gros noyau, d'une vacuole claire et d'un fin canal chitineux excréteur qui, d'abord intracellulaire, sort de la cellule, aboutit au tégument et vient déboucher à l'extérieur par un petit orifice. L'ensemble des orifices de toutes les cellules de la glande forme un véritable crible (*fig.* B, G, H : *Cri*).

» La glande mandibulaire, qui appartient à la même catégorie morphologique que la glande qui nous occupe ici, sécrète un liquide qui s'accu-

(¹) Cette glande a été décrite par Meinert et par Lubbock chez les *Formicinæ* où elle présente un dispositif notablement différent de celui que je décris pour les *Myrmicinæ*.

mule dans un réservoir formé par une invagination du tégument et qui sort par un orifice situé à la partie supérieure de la base des mandibules. Le réservoir est dépourvu de muscles constricteurs et la sortie du liquide



Myrmica rubra ☿. — Glande avec chambre aérifère située à la partie postérieure du corselet. A, figure montrant, en *ch Gl* 4, la situation de la chambre aérifère. B, la chambre aérifère vue par transparence. C, D, E, coupes transversales des sillons convergents *S* situés sur la paroi de la chambre. F, cellules de la glande. G, coupe parallèle au plan sagittal passant en dehors de la chambre près du crible. H, coupe parallèle à la précédente passant par la chambre. I, orifice de la chambre.

*A.f.*3, appareil de fermeture du troisième stigmate; *C.gl.j*, cellules glandulaires en voie de développement; *Can*, canaux exécréteurs; *ch.Gl.*4, chambre aérifère; *Cri*, crible; *Cu*, cuticule; *De*, hypoderme; *f.Gl.*4, orifice de la chambre aérifère; *Gl.*4, glande; *Lbr*, labre; *M.A.f.*3, muscle de fermeture du troisième stigmate; *M.A.f.*3.*a*, muscle antagoniste du précédent; *M.cx.*3, muscles moteurs de la troisième coxa; *M.d.m.*4, muscle dorsal longitudinal du quatrième anneau postcéphalique; *Nuc*, noyau cellulaire; *Ps*, poils sensitifs; *Prom*, promuscis; *s*, sillons convergents situés sur la paroi de la chambre aérifère; *St.*1, *St.*2, *St.*3, premier, deuxième et troisième stigmates; *T*, trachée; *Vac*, vacuole.

emmagasiné semble être provoquée par certains mouvements des mandibules et du promuscis.

» Pour la glande du corselet des *Myrmicinæ* les choses se passent d'une façon bien différente. La cavité (*fig.* A, H, I : *Ch. Gl.* 4) sur la paroi de laquelle se trouve le crible n'est plus un réservoir à liquide : c'est bien encore, comme le réservoir de la glande mandibulaire, une invagination du tégument; mais ce dernier, au lieu de se modifier en une membrane souple, conserve la structure qu'il possède sur les parties externes du corps et forme ainsi une vaste chambre à parois tout à fait rigides. Cette chambre est située sur les côtés de la partie postérieure du corselet. Elle ne communique avec l'extérieur que par une fente très étroite (*fig.* B, H, I : *f. Gl.* 4).

» Ce qui frappe tout d'abord, c'est que cette chambre est toujours remplie d'air. On peut en conclure que le produit de la glande si importante qui vient y déboucher ne s'y accumule pas en grande quantité, mais s'y étale et finit par disparaître, probablement parce qu'il est ou devient volatil au contact de l'air.

» Du crible, où aboutissent les canaux glandulaires, partent sept ou huit replis (*fig.* B, C, D, E) qui se dirigent en convergeant vers le côté externe de la chambre et descendent le long de sa paroi. Ces replis, qui forment des crêtes saillantes séparant des dépressions, se réunissent bientôt en deux groupes qui limitent (*fig.* E) un sillon situé sur une légère éminence. Un peu au delà du point *s* (*fig.* B) il n'y a plus trace de ces crêtes, mais le sillon, réduit à une simple dépression de la paroi, se prolonge jusqu'au contact de la fente *f. G. l.* 4. Les sillons convergents qui partent du crible reçoivent et étalent sur une grande surface le produit de la glande et conduisent une certaine quantité de ce produit jusqu'auprès de la fente qui forme l'orifice de la chambre.

» La coupe transversale de cette fente (*fig.* I) montre que l'une de ses lèvres est tout à fait rigide, tandis que l'autre est une lame très mince et très flexible. Il est possible que ce soit là une disposition en rapport avec des mouvements d'ouverture ou de fermeture de la fente; mais, comme il n'y a aucun muscle spécial pour ces mouvements, ils ne pourraient être produits que d'une façon indirecte par les muscles des parties voisines du corps.

» Il est difficile de déterminer expérimentalement quel peut être le rôle de cette chambre aérifère presque complètement close, et l'on en est réduit aux hypothèses. On sait qu'une Fourmi sait reconnaître immédiatement,

même après une longue séparation, si un individu de son espèce est une de ses compagnes ou si, au contraire, elle appartient à une colonie différente. Ce que nous savons des organes visuels des Fourmis montre que la vue n'est pour rien dans cette reconnaissance qui, d'ailleurs, se produit tout aussi bien dans les profondeurs des galeries les plus obscures qu'à la surface du nid. Il est très probable que c'est en partie aux organes olfactifs que cette faculté doit être attribuée. Des organes olfactifs se trouvent en grand nombre sur les appendices buccaux, mais ils sont surtout nombreux sur les antennes, où on les trouve accumulés sur les derniers articles. Quant à l'odeur qui permet la reconnaissance (odeur qui ne doit pas être confondue avec celle de l'acide formique, laquelle ne se développe que lorsque l'animal, inquiété, fait usage de son venin), elle n'est, sans doute, autre chose que l'odeur caractéristique du nid. S'il en est ainsi, il faut que cette odeur puisse se fixer sur le corps de chacun des individus de la colonie. Il est possible que la glande à chambre aérifère que je viens de décrire joue un rôle dans la production et la conservation de l'odeur caractéristique qui permet la reconnaissance.

» L'espèce à laquelle se rapporte la description donnée ci-dessus est la *Myrmica rubra*, c'est-à-dire la vulgaire petite Fourmi rouge, connue par la piqûre légère qu'elle est capable de produire avec son aiguillon. Je crois intéressant de rapporter ici une expérience que j'ai faite, pour démontrer que les reines présentent bien plus de résistance que les mâles et les ouvrières à la mort consécutive à la privation d'humidité et de nourriture. Un nid artificiel vertical ayant été laissé sans eau et sans nourriture, les Fourmis se sont d'abord réfugiées dans les galeries les plus profondes du nid où elles trouvaient encore une trace d'humidité. Au bout de quelques jours les mâles et les ouvrières, au nombre d'environ cinq cents, étaient tous, sans une seule exception, morts ou mourants. Au contraire, les vingt reines qui se trouvaient dans cette colonie étaient encore toutes en parfait état et circulaient au milieu des monceaux de cadavres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations, aux quatre phases, de la pression et des deux composantes du vent moyen sur le méridien du Soleil et son orthogonal.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Si l'on applique les formules de la Note précédente [1] aux moitiés du méridien du Soleil et de son orthogonal, et qu'on sépare l'action solaire de l'action lunaire, on a, pour les valeurs de Σ, γ et γ' :

---

[1] Voir *Comptes rendus*, n° 14; p. 1053 (4 avril 1898). Même légende.

		Méridien du Soleil.	Orthogonal E.	Méridien opposé.	Orthogonal W.
			Σ.		
Attraction solaire, uniformément.		$+ S' \cos(\lambda - \delta_S)$	$+ S' \sin\lambda \sin\delta_S$	$- S' \cos(\lambda + \delta_S)$	$+ S' \sin\lambda \sin\delta_S$
Action lunaire à	NL.	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$
	PQ.	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$- L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$
	PL.	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$- L' \sin\lambda \sin\delta_L$
	DQ.	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$- L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda - \delta_L)$
			γ.		
Solaire		o	$- S' \cos\delta_S$	o	$- S' \cos\delta_S$
Lunaire à	NL.	o	$- L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$
	PQ.	$- L' \cos\delta_L$	o	$L' \cos\delta_L$	o
	PL.	o	$+ L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$
	DQ.	$- L \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$	o
			γ'.		
Solaire		$S' \sin(\lambda - \delta_S)$	$- S' \cos\lambda \sin\delta_S$	$- S' \sin(\lambda + \delta_S)$	$S' \cos\lambda \sin\delta_S$
Lunaire à	NL.	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_S$	$- L' \sin(\lambda \quad \delta_L)$	$L' \cos\lambda \sin\delta_L$
	PQ.	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$
	PL.	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$
	DQ.	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda - \delta_L)$

» En ce qui concerne la Lune, chacun de ces trois Tableaux, lus dans le sens des lignes et dans le sens perpendiculaire, répond à deux chaînes de sinusoïdes similaires [1] (arc α). Pour Σ, la ligne des abscisses de la sinusoïde est à la hauteur $L' \sin\lambda \sin\delta_L$ et l'écart extrême est $\pm L' \cos\lambda \cos\delta_L$. Pour γ, la ligne des abscisses est à o et l'écart est $\pm L' \cos\delta_L$. Pour γ', la ligne des abscisses est à $- L' \cos\lambda \sin\delta_L$ et l'écart $\pm L' \sin\lambda \cos\delta_L$.

» Σ donne la diminution de pression barométrique, puisque la pression suit l'isobare, qui est tangente, en l'instant, à la direction de la moyenne des déplacements horizontaux de l'air pris sur toute la hauteur de l'atmosphère.

» γ et γ' donnent l'accroissement des composantes du vent horizontal moyen. γ suit le parallèle jusqu'à ce qu'il soit dévié par une rotation pré-

(1) Uniformes sur chaque ligne, mais, d'une ligne à l'autre, changeant avec la déclinaison.

existante. γ' dévie immédiatement sur sa droite et contribue par lui-même aux rotations.

» J'ai, pour tous les jours de l'année 1883, noté le sens du mouvement barométrique sur les méridiens du Soleil aux deux phases voisines et sur les orthogonaux. Je constate, de part et d'autre de la phase, des mouvements inverses, qui durent généralement trois jours. Il me reste à les étudier.

» Je ne terminerai pas cette Note sans toucher à la question qui se présente dès qu'on s'occupe de l'attraction de la Lune. Les nombreux diagrammes, réels ([1]), joints au Travail que j'ai, l'an dernier, présenté à l'Académie, montrent que les effets provoqués dans l'atmosphère par cette attraction sont bien plus considérables que ne le ferait supposer la faiblesse des effets instantanés.

» Cela tient, je crois, à la rapidité des accroissements de l'accélération. Supposons une colonne d'air sur toute la hauteur de laquelle la pesanteur est équilibrée par les actions physiques. L'attraction solaire la soulèvera comme d'un bloc et l'air ambiant n'y pénétrera que par le dessous. La Lune la divisera, pour ainsi dire, en tranches minces dont la vitesse d'ascension croîtra avec la hauteur; l'air ambiant pénétrera dans tous les intervalles avec une vitesse rotative et ascensionnelle croissant également de bas en haut.

» Emportés vers l'ouest plus vite que ceux dus à la chaleur solaire, ces tourbillons embryonnaires sont arrêtés et agglomérés, plus particulièrement et de part et d'autre, aux approches du méridien que je désigne sous le nom de *méridien continental*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère.* Note de M. P. **Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication dont un résumé a été inséré aux *Comptes rendus* du 13 avril 1896, j'ai donné une première idée de l'influence des

---

([1]) Je rappelle que ces diagrammes sont la simple représentation des Tableaux, également joints, groupant les observations barométriques simultanées, centralisées par le *Bulletin international du Signal Office*. Les groupements étant faits par déclinaisons, par jours lunaires, etc., les hauteurs des diagrammes comprennent, avec les résultats des actions instantanées et de la rotation, les cumulations afférentes à la révolution étudiée.

mouvements de la Lune sur la marche diurne du baromètre, d'après l'étude de l'année météorologique 1882-1883. Les résultats obtenus ayant paru, dès cette époque, de nature à jeter un jour nouveau sur cet important problème, je me suis, depuis lors, occupé à les confirmer par l'étude détaillée des mouvements diurnes de l'atmosphère, en divers points de l'hémisphère boréal, dans leurs rapports avec les positions du Soleil et de la Lune.

» Mes recherches ont porté sur les stations d'Upsal, de Paris, de Perpignan et du Pic-du-Midi. L'impossibilité de recourir à des moyennes générales et la nécessité de ne grouper ensemble que des stations présentant les mêmes caractères généraux, pour une même position des astres, rendent les calculs extrêmement longs et pénibles; mais cette méthode est la seule qui puisse mettre en évidence des mouvements qui ont échappé jusqu'à ce jour à toutes les recherches. Poursuivie, en effet, dans tous ses détails, l'étude des phénomènes, en chacune des stations choisies, montre que la marche diurne du baromètre, due à l'action du Soleil, est compliquée d'oscillations qui dépendent manifestement de l'angle horaire de la Lune.

» Soit x cet angle; l'onde lunaire est une onde diurne de la forme

$$h = a \cos (x - \varphi).$$

» L'amplitude a et la phase φ varient avec les positions du Soleil et de la Lune, de telle façon que l'onde disparaît à peu près complètement dans les moyennes générales, tandis qu'elle prend une grande importance si on la considère dans une situation donnée des astres.

» Les résultats sont surtout nets au nord de l'hémisphère, parce que les mouvements solaires y sont faibles et peuvent être plus aisément éliminés. Voici, par exemple, en centièmes de millimètre, les valeurs que prennent, à Upsal et en hiver, par baromètre haut ou bas, les composantes $a \cos\varphi$ et $a \sin\varphi$ de l'onde diurne lunaire :

Onde diurne lunaire à Upsal, en hiver.

$$h = a \cos (x - \varphi).$$

Position de la Lune.			$a \cos\varphi$ par baromètre		$a \sin\varphi$ par baromètre	
Longitude.	Phase.	Passage au méridien.	bas.	haut.	bas.	haut.
90°	P L	Minuit	− 90	16	27	− 21
180	D Q	6h m.	− 68	+ 15	− 7	− 17
270	N L	Midi	− 48	11	+ 29	− 18
0	P Q	6h s.	− 70	12	+ 50	21

» Les résultats se présentent sous une forme identique en toute saison à Upsal, ainsi que dans les autres stations étudiées.

» Interprétée analytiquement, l'onde diurne lunaire se décompose, en fonction de la longitude de l'astre, en trois ondes principales qui sont précisément de la forme de celles qu'on déduit des équations de la théorie des marées, lorsque l'on développe le terme diurne de ces équations d'après les méthodes de l'analyse harmonique.

» *Conclusions.* — 1° L'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère ressort avec évidence, tant des premières études sur l'année 1882-1883 que des travaux poursuivis depuis en diverses stations de l'hémisphère boréal. Cette influence se manifeste, dans la marche diurne des éléments météorologiques, par des ondes d'amplitude et de situation différentes aux diverses phases des révolutions du Soleil et de la Lune.

» 2° Les ondes lunaires sont à peu près exclusivement diurnes. Leur amplitude est considérable et notablement supérieure, au nord de l'hémisphère, à l'amplitude de l'onde diurne solaire.

» 3° La situation de l'onde diurne lunaire varie, d'une part avec la variation de la Lune dans l'orbite, d'autre part avec la situation générale de l'atmosphère. Il en résulte que l'action lunaire ne peut être mise en évidence que par une étude très détaillée, dans laquelle on aura pris soin de classer séparément les situations différentes et de ne grouper ensemble que celles qui présentent les mêmes caractères généraux pour une même longitude de l'astre.

» 4° En tenant compte de cette double cause de variation, l'expression analytique des ondes lunaires rentre dans les lois générales de l'attraction et notamment dans la théorie des marées, communément reçue depuis Laplace, à la condition de rétablir dans les formules et d'y considérer à peu près exclusivement le terme diurne, qui est, au contraire, d'une importance très faible dans les mouvements de la mer, au moins dans les mers européennes.

» 5° De cette prédominance d'ondes diurnes atmosphériques dans les mêmes régions du globe où les oscillations de la mer sont, au contraire, semi-diurnes, on doit conclure, d'une part, qu'il n'y a pas d'influence réciproque entre les mouvements de ces fluides; d'autre part, qu'on ne les peut comparer entre eux qu'en attribuant aux oscillations de l'atmosphère la forme de celles qu'on trouverait en une mer où la marée diurne serait prédominante.

» 6° Enfin les résultats obtenus rendent raison de l'insuffisance des efforts que les physiciens et les géomètres ont tentés jusqu'à ce jour en cette voie, les premiers ayant eu recours à des moyennes générales, qui ont superposé des ondes de situation contraire, les seconds s'étant laissé guider par l'idée préconçue d'une fausse assimilation entre les oscillations de la mer et celles de l'atmosphère, qui sont, au contraire, très opposées et qui dépendent chacune d'un terme différent des équations générales de la théorie des marées. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 avril 1898.

Ministère des Travaux publics. Étude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux. Compte rendu d'une mission, par M. Maurice Lévy, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, etc., et M. G. Pavie, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Première Partie. *Halage funiculaire.* Tome premier. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Les actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. Rédacteur : George-F. Jaubert, Docteur ès Sciences. Tome III. N° 3. 30 mars 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Mars 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Leçons de Physiologie générale et comparée, par Raphael Dubois, Professeur à l'Université de Lyon. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schützenberger. 10 avril. N° 6. Paris, 1 fasc. in-8°.

Électricité médicale. Courants statiques et de haute fréquence. Rayons X. Outillage électrothérapique (Communications faites au Congrès de Neurologie et Électricité médicale de Bruxelles, septembre 1897), par le Dr Foveau de Courmelles, lauréat de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Maloine, 1898; 1 broch. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, L. Vallin, Secrétaire annuel. N° 15. Séance du 12 avril 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen. 1er et 2e semestre 1896. Rouen, Julien Lecerf, 1897; 1 vol. in-8°.

Uitmeting van den sterrentsoop G. C. 4410, door Albert-Antoine Nijland. Utrecht, 1897; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 12 avril 1898.)

Note de M. *de Jonquières*, Addition à une précédente Communication, etc.

Page 1079, ligne 9, colonne δ, *au lieu de* $+3ma2$, *lisez* $+3ma^2$.
Page 1079, ligne 10, colonne α, *au lieu de* $+2a-1$, *lisez* $-2a-1$.
Page 1081, ligne 5, *supprimez* t et u.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Demontzey*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Aix le 20 février 1898.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de la voie et du mode d'introduction sur le développement des effets immunisants du sérum antidiphtérique.* Note de M. S. **Arloing**.

« On sait que l'introduction de la toxine diphtérique sous la peau d'un animal dépourvu d'immunité détermine des effets locaux et généraux. Les premiers, d'abord purement inflammatoires, sont brusquement inter-

rompus dans leur évolution par la mort du sujet. Les uns et les autres passent presque inaperçus si le sujet est doué d'une forte immunité; il en est de même si l'on introduit sous la peau un mélange à proportions convenables de toxine et de sérum antidiphtérique. Hors des conditions précitées, c'est-à-dire quand le sujet présente non pas une résistance absolue, mais seulement une résistance plus ou moins grande à la toxine, ou bien lorsque cette dernière n'a pas été associée à une quantité suffisante de sérum, les effets locaux continuent leur évolution tandis que les effets généraux s'évanouissent : à l'œdème chaud et diffus du début, accompagné de lymphangite, succède un œdème dur, limité par des bords saillants sur les parties voisines, au centre duquel apparaît une aire nécrosée qui se détache peu à peu naturellement ou sous l'action de la langue ou des dents de l'animal, laissant à sa place une plaie ulcéreuse plus ou moins profonde.

» On dirait que la toxine possède deux propriétés distinctes, séparées et analysées en quelque sorte par le sérum antidiphtérique : une propriété toxique et une nécrosante. En réalité, le sérum ne les analyse pas, puisque, à dose convenable, il les supprime tout à fait. L'évolution du pouvoir nécrosant *in loco* est donc purement et simplement l'indice d'une immunisation imparfaite.

» Or, à dose égale, le sérum antidiphtérique atténue plus ou moins les effets locaux suivant la voie choisie ou le mode adopté pour l'introduire dans l'organisme.

» Les expériences qui m'ont permis de faire cette constatation peuvent être poursuivies sur le cobaye et sur le lapin; mais c'est sur le chien qu'elles donnent les résultats les plus nets.

» La toxine employée tuait le cobaye en deux jours à la dose de 5 gouttes. Le sérum opposé à la toxine était tantôt un sérum récent immunisant 50000 fois son poids, tantôt un sérum datant de deux ans qui, à l'origine, immunisait aussi 50000 fois son poids.

» Prenons donc quatre sujets de l'espèce canine et, après les avoir pesés, injectons à chacun d'eux, à la face interne de la cuisse gauche, $0^{cc},5$ de toxine par kilogramme de poids vif. Le n° 1 sera pris comme témoin. Aux n°s 2, 3 et 4, on fera immédiatement une injection de sérum, à raison de 1^{cc} par kilogramme; sur le n° 2, le sérum sera poussé dans la veine jugulaire; sur le n° 3, dans le péritoine; sur le n° 4, dans le tissu conjonctif sous-cutané de la cuisse droite.

» Prenons enfin un cinquième chien et injectons, dans le tissu conjonctif

sous-cutané de la cuisse gauche, un mélange fait *in vitro* de toxine et de sérum, à raison de $0^{cc}, 5$ de la première et 1^{cc} du second par kilogramme de poids vif.

» Des différences ne tardent pas à se manifester dans les suites de ces injections.

» Le lendemain, le sujet témoin présente une forte hyperthermie tandis que les autres chiens accusent une légère élévation de la température. Tous sont tristes à des degrés divers, sauf le chien ayant reçu le sérum dans la jugulaire dont la gaîté et l'entrain ne laissent rien à désirer. Le chien témoin marche à trois jambes, les nos 3, 4 et 5 boitent très légèrement.

» La cuisse inoculée avec la toxine est chaude, douloureuse, tuméfiée chez le témoin; elle est le siège d'un œdème notable chez le chien qui a reçu le sérum dans un autre point du tissu conjonctif, peu marqué chez les chiens nos 4 et 5, nul sur le chien qui a reçu le sérum dans le sang.

» Au point où le sérum a été introduit dans le tissu conjonctif, la réaction est insignifiante.

» Le surlendemain, pendant que l'état général du témoin s'aggrave, celui des autres chiens est plus satisfaisant que la veille. Quant aux troubles locaux, ils s'accentuent sur le témoin, disparaissent sur les nos 2, 3 et 5, et prennent des caractères particuliers sur le n° 4. Sur cet animal qui, nous le répétons, *a reçu la toxine et le sérum dans des points différents du tissu conjonctif*, la tuméfaction causée par la première de ces substances s'élargit, augmente de consistance, tend à se délimiter par des bords nets et perd une partie de la sensibilité douloureuse du premier jour.

» Le troisième jour, le témoin est mort. Localement, il présente un œdème rouge étendu jusqu'à l'extrémité du membre et infiltré dans l'épaisseur des muscles de la face interne de la cuisse, une violente congestion des ganglions lymphatiques inguinaux, et les lésions gastro-intestinales classiques. Les chiens 2, 3 et 5 sont guéris; leur température est normale; les minimes effets locaux ont disparu. Sur le chien n° 4, la tuméfaction du membre se circonscrit de plus en plus au point inoculé. A ce niveau, le derme est parsemé de suffusions sanguines; les poils tombent; l'animal éprouve probablement une sensation d'irritation ou de démangeaison qui l'invite à y porter la langue ou les dents. Des phénomènes de mortification s'établissent peu à peu et un beau jour on se trouve en présence d'une plaie circulaire, à bords nets, dont le fond offre une superbe teinte rosée. Cette plaie se cicatrise lentement. Au bout d'une quinzaine de jours, de trois semaines au plus, la guérison est complète.

» Tel est le type d'une expérience. Il se reproduira avec la même régularité sur le chien, parfois avec moins de netteté sur le lapin et le cobaye.

» En résumé, quand le sérum antidiphtérique est administré séparément, son action antitoxique complète est au maximum s'il est introduit dans le sang, au minimum s'il est introduit dans le tissu conjonctif. La voie péritonéale semble un peu moins favorable au développement de l'action antitoxique que la voie sanguine.

» L'introduction du sérum dans le sang équivaut au mélange préalable du sérum et de la toxine.

» Il paraît légitime de déduire des expériences précitées que le sérum antidiphtérique atteint plus facilement les effets généraux que les effets locaux de la toxine. Conséquemment, dans la lutte contre les effets locaux de certains produits microbiens, il n'est pas indifférent d'adopter telle ou telle voie pour faire pénétrer le sérum thérapeutique dans l'organisme. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Guignard, Lannelongue.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards.

Prix du baron Larrey. — MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Potain, Marey.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Guyon, Lannelongue.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain.

Prix Philipeaux (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier.

Prix Montyon (Arts insalubres). — MM. Armand Gautier, Troost, Schlœsing, Moissan, Friedel.

Prix Trémont. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau, Cornu.

Prix Gegner. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Hermite, Darboux, Mascart.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *L. de Launay* sur « Les diamants du Cap ». (Présenté par M. Moissan.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences rectilignes.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« J'ai montré (voir ma Note sur le problème de M. Bonnet) que toute congruence O, conjuguée à un réseau C, est formée par les normales de réseaux I (réseaux qui sont parallèles aux lignes de courbure d'une surface isothermique). Je vais établir qu'inversement les normales d'un réseau I forment une congruence K.

» Soit

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{vmatrix}$$

le déterminant orthogonal qui correspond à un réseau I. On aura

$$\frac{\partial\alpha}{\partial u} = A\beta, \qquad \frac{\partial\beta}{\partial u} = -A\alpha - M\gamma, \qquad \frac{\partial\gamma}{\partial u} = M\beta,$$
$$\frac{\partial\alpha}{\partial v} = B\gamma, \qquad \frac{\partial\beta}{\partial v} = N\gamma, \qquad \frac{\partial\gamma}{\partial v} = -B\alpha - N\beta,$$

avec les relations

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial A}{\partial v} = BM, \qquad \frac{\partial M}{\partial v} + \frac{\partial N}{\partial u} + AB = 0, \\ &\frac{\partial B}{\partial u} = AN. \end{aligned} \right.$$

» Si le réseau est I, on pourra, par un choix convenable des variables, poser

$$M = -\frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad N = \frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

» Cela posé, considérons le déterminant orthogonal à cinq lignes

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 \\ \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 & \xi_5 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 & \eta_4 & \eta_5 \end{vmatrix},$$

dans lequel on a

$$\frac{\partial x}{\partial u} = a\xi, \qquad \frac{\partial y}{\partial u} = e\xi, \qquad \frac{\partial z}{\partial u} = g\xi,$$

$$\frac{\partial x}{\partial v} = b\eta, \qquad \frac{\partial y}{\partial v} = f\eta, \qquad \frac{\partial z}{\partial v} = k\xi;$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial u} = -ax - ey - gz - m\eta, \qquad \frac{\partial \eta}{\partial u} = m\xi,$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial v} = n\eta, \qquad \frac{\partial \eta}{\partial v} = -bx - fy - kz - n\xi,$$

avec les relations

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial a}{\partial v} = bm, & \dfrac{\partial e}{\partial v} = fm, & \dfrac{\partial g}{\partial v} = km, \\ \dfrac{\partial b}{\partial u} = an, & \dfrac{\partial f}{\partial u} = en, & \dfrac{\partial k}{\partial u} = gn, \\ ab + ef + gk + \dfrac{\partial m}{\partial v} + \dfrac{\partial n}{\partial u} = 0. \end{cases}$$

On voit que les relations (2) sont satisfaites si l'on pose

$$a = A, \qquad e = p\cos\varphi, \qquad g = -p\sin\varphi,$$

$$b = B, \qquad f = p\sin\varphi, \qquad k = p\cos\varphi,$$

$$m = M = -\frac{\partial\varphi}{\partial v},$$

$$n = N = \frac{\partial\varphi}{\partial u},$$

p étant une constante arbitraire.

» Cela posé, menons, par l'origine, la droite D qui a pour cosinus directeurs α_1, α_2, α_3 et dans l'espace à 5 dimensions la droite D' qui a pour cosinus directeurs x_1, x_2, x_3, x_4, x_5. Faisons correspondre sur ces droites les points qui sont à la même distance de l'origine. Les points correspon-

dants $M(X_1, X_2, X_3)$, $M(Y_1, Y_2, \ldots, Y_5)$ ont pour coordonnées

$$X_i = \rho \alpha_i \qquad (i = 1, 2, 3),$$
$$Y_i = \rho x_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4, 5).$$

Les formules précédentes montrent que l'on a bien

$$\Sigma\, dX^2 = \Sigma\, dY^2.$$

» La congruence point décrite par la droite D est donc applicable sur la congruence point décrite par la droite D'. Cette congruence (D) est donc une congruence K et cela d'une infinité de manières puisque p est arbitraire. Il en est de même évidemment de la congruence des normales à un réseau I, qui est parallèle à la congruence (D); donc :

» *Les normales d'un réseau* I *forment une congruence qui est d'une infinité de manières congruence* K.

» On en déduit le résultat suivant :

» *Tout réseau* I *est* C, 2C *ou* 3C. *En général un réseau* I *est* 3C *d'une infinité de manières.*

» Les réseaux C d'une telle congruence sont aussi 2C. Ils permettent donc de trouver de nouveaux réseaux I. C'est une transformation des surfaces isothermiques que j'ai déjà indiquée dans ma Note sur le problème de M. Bonnet.

» J'examinerai, dans de prochaines Notes, le cas où le réseau I est celui d'une surface minima ou celui d'une surface à courbure totale constante. Ces cas particuliers sont intéressants parce qu'ils touchent à la déformation des quadriques de révolution. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Considérons une équation différentielle du second ordre

$$y'' = R(y', y, x), \tag{1}$$

où R est une fraction *rationnelle* en y', y, dont les coefficients sont des fonctions *analytiques* de x. Le problème qui consiste à *former toutes les équations* (1) *dont les points critiques sont fixes* se heurte à une difficulté qui peut sembler, à bon droit, insurmontable : l'existence possible de singu-

larités essentielles mobiles. Les seules équations du second ordre (ou d'ordre supérieur) à points critiques fixes qu'on ait déterminées jusqu'ici (équations linéaires, etc.) sont des équations *intégrables* ou dont l'intégrale est une fonction des constantes *de forme connue*, forme qui met précisément en évidence la fixité des points critiques. Montrer qu'une équation du second ordre a ses points critiques fixes, sans rien savoir d'ailleurs de son intégrale, c'est là une question d'une nature toute nouvelle et qui échappe aux méthodes proposées jusqu'ici pour l'étude des équations différentielles.

» Je voudrais indiquer, dans cette Note, une méthode *qui m'a permis de former de telles équations différentielles* et qui me semble entraîner des progrès importants dans la détermination de *toutes* les équations (1) à points critiques fixes.

» Tout d'abord, l'intégrale $y(x)$ de (1) ne doit pas admettre de points critiques *algébriques*. Il s'ensuit (comme il est bien connu) que R est un polynome en y' du second degré au plus :

$$y'' = A(y, x)y'^2 + B(y, x)y' + C(y, x).$$

» *A priori*, y peut figurer à un degré quelconque dans A, B, C. J'établis d'abord que *y figure au sixième degré au plus*. D'une façon précise, un changement de variables $y = \varphi(Y, X)$, $x = \psi(X)$, — où φ est une fonction *algébrique* très simple de Y, telle que la nouvelle fonction Y(X) ait encore ses points critiques fixes, — permet de ramener l'équation (1) à un des quatre types suivants, les P_j désignant des polynomes de degré j en y qui dépendent analytiquement de x :

(I) $$y'' = y'P_1 + P_3,$$

(II) $$yy'' = y'^2 + y'P_2 + P_4,$$

(III) $$(4y^3 - g_2y - g_3)y'' = y'^2\left(6y^2 - \frac{g_2}{2}\right) + y'P_3 + P_6 \quad (g_2, g_3 \text{ const. numériques}),$$

(IV) $$y(y-1)(y-x)y'' = \frac{y'^2}{2}[3y^2 - 2y(1+x) + x] + y'P_3 + P_6.$$

» Si au lieu de supposer R rationnel en y', y, on suppose R rationnel en y' et *algébrique* en y, il est loisible de mettre y'' sous la forme

(2) $$y'' = \rho(y', y, z, x),$$

où ρ est rationnel en y', y, z, et où z est lié à y par une relation algébrique (dépendant de x)

(3) $$S(y, z, x) = 0;$$

cela, de telle façon que z soit rationnel en y, y', y'' (pour x quelconque). J'établis que (pour x arbitrairement choisi) la courbe $S(y, z) = 0$ *est de genre zéro ou* 1; *si elle est de genre zéro*, l'équation se ramène algébriquement à un des types (I), (II), (III), (IV) (qui doit avoir ses points critiques fixes). *Si elle est de genre* 1, l'équation se ramène algébriquement à l'un des deux types

$$\text{(V)} \quad \left\{ \begin{aligned} y'' = {} & y'^2 \left[\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{R} + \frac{2\omega}{\sqrt{R}} \right] \\ & + y' \left[a(x) + \frac{a_2(x) y^2 - a_1(x) y - a_0(x)}{\sqrt{R}} \right] \\ & + b_2(x) y^2 + b_1(x) y + b_0(x) + b(x) \sqrt{R}, \end{aligned} \right.$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2, g_3 \text{ constantes numériques});$$

$$\text{(VI)} \quad \left\{ \begin{aligned} y'' = {} & y'^2 \left[\frac{3y^2 - 2y(1 - x) - x}{2R} - \frac{2\omega(x)}{\sqrt{R}} \right] \\ & + y' \left[a - \frac{1}{y - x} + \frac{a_2 y^2 - a_1 y - a_0}{\sqrt{R}} \right] \\ & + \left[b_2 y^2 + b_1 y + b_0 + \frac{1}{2(y - x)} + \frac{(c_1 y - c_0)}{y - x} \sqrt{R} \right], \end{aligned} \right.$$

avec

$$R = y(y - 1)(y - x),$$

les a, b, c désignant des fonctions de x liées par la relation

$$2\omega + a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + x(x - 1)(c_1 x + c_0) \equiv 0;$$

dans (V) et (VI), 2ω est une période quelconque de la différentielle $\frac{dy}{\sqrt{R}}$, période qui peut être nulle.

» En définitive, *toute équation* (1), *à points critiques fixes, où* R *est rationnel en* y' *et algébrique en* y, *se ramène algébriquement à un des types* (I), (II), ..., (VI), *type qui doit avoir ses points critiques fixes.*

» Les équations (I), ..., (VI), les plus générales, n'ont pas d'ailleurs leurs points critiques fixes. Pour qu'il en soit ainsi, de nouvelles conditions sont nécessaires, qu'on ne peut obtenir qu'en étudiant séparément chacun des six types précédents. J'ai pu élucider complètement l'étude du type (I) et *former explicitement toutes les équations* (I) *à points critiques fixes*. Je reviendrai ultérieurement sur ces équations, me bornant ici à les signaler comme le premier exemple d'équations à points critiques fixes dont on ne connaisse pas la forme de l'intégrale générale relativement aux constantes.

» La méthode peut s'étendre aux types (I), (III) et (IV) et, bien que je n'aie pas achevé cette discussion, je l'ai poussée assez loin pour en présumer les résultats : 1° *Toute équation* (1), OU R EST RATIONNEL EN y', y, *si elle a ses points critiques fixes, ne saurait présenter de singularités essentielles mobiles;* 2° *les conditions pour qu'une équation* (1) *ait ses points critiques fixes sont algébriques.*

» Il en est tout autrement si R est rationnel en y' ET ALGÉBRIQUE EN y. Les équations du type (V) ou (VI) (si ω n'est pas nul) présentent sûrement *des singularités essentielles mobiles*, et les conditions pour que les points critiques soient fixes *sont transcendantes.*

» Je me suis borné, pour plus de clarté, aux équations (1) où y'' est rationnel en y'; mais la méthode s'étend à une équation quelconque *algébrique en* y'', y', y. Soit

$$(4) \qquad F(y'', y', y, x) = 0,$$

une équation du second ordre où F est un polynome en y'', y', y, de degré m en y''; je montre notamment que, *si l'équation a ses points critiques fixes*, F *est de la forme*

$$P^0_{4m} y''^m + y''^{m-1}[y'^2 P^1_{4m-1} + y' P^1_{4m} + P^1_{4m+2}] + \ldots + [y'^{2m} P^m_{3m} + y'^{2m-1} P^m_{3m+1} + \ldots + P^m_{6m}] = 0,$$

les P_j *désignant des polynomes en* y *de degré* j *au plus, qui dépendent de* x. Si l'équation (4) peut se mettre sous une forme entière en y', y'', dont les coefficients soient algébriques en y, l'irrationnelle $z(y, x)$, dont dépendent ces coefficients, vérifie (pour toute valeur de x) une relation $0 = S(z, y, \bar{x})$ *de genre zéro ou* 1. Plus généralement, si (pour toute valeur numérique $\bar{x}$ de x) les coordonnées u, z d'une courbe algébrique $T(u, z, \bar{x}) = 0$ s'expriment rationnellement en y'', y', y, *la courbe* $T = 0$ *est de genre zéro ou* 1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes qui se présentent dans la généralisation des fonctions analytiques.* Note de M. **P. Medolaghi**, présentée par M. E. Picard.

« Les systèmes d'équations aux dérivées partielles, dont M. Picard a donné la loi de formation (*Comptes rendus*, 1891, et *Journal de Math.*, 1892) et qui généralisent les équations de la théorie des fonctions d'une variable

complexe, représentent, d'après M. Lie, des groupes continus qui peuvent être finis ou infinis.

» Ces groupes possèdent le sous-groupe des translations. En effet, si les équations

$$\varphi_1(a_{11}, \ldots, a_{nn}) = 0, \qquad \varphi_2 = 0, \qquad \ldots$$

représentent un sous-groupe contenant la substitution unité, de

$$x_i' = \sum_k a_{ik} x_k \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

elles sont satisfaites par le système de valeurs

$$a_{ik} = 0 \quad (i \gtrless k), \qquad a_{ii} = 1.$$

Les équations de M. Picard, dont je conserve les notations, sont donc satisfaites par $P_i = x_i + c_i$. Inversement, si un groupe contient toutes les translations, il est un des groupes de M. Picard. Pour la démonstration j'observe que les équations de définition des transformations infinitésimales de chaque groupe continu ont la forme (*Engel. math. Ann.*, Bd. 27)

$$(1) \quad \sum_{i=1}^{n} \sum_{\alpha_1+\ldots+\alpha_n} \frac{\partial^{\alpha_1+\ldots+\alpha_n} \xi_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}} \chi_{\alpha_1 \ldots \alpha_n}^{ik}(\varpi_1, \ldots, \varpi_m) = \sum_i \xi_i \frac{\partial \varpi_k}{\partial x_i} \quad (k = 1, \ldots, m),$$

et que les équations des transformations finies sont alors

$$(2) \qquad J_k\left[\varpi_1(y), \ldots, \varpi_m(y), \frac{\partial y_1}{\partial x_1}, \cdots\right] = \varpi_k(x) \qquad (k = 1, \ldots, m),$$

en désignant, pour abréger, par $\varpi(y)$ une fonction $\varpi(y_1, y_2, \ldots, y_n)$. Puisque les (1) sont satisfaites en posant pour $\xi_1, \ldots, \xi_n$ des constantes arbitraires, il faut que $\varpi_1, \ldots, \varpi_m$ soient aussi des constantes. Alors les équations (2) ne renferment plus que les dérivées; elles forment donc un système de Picard.

» D'après un théorème de Lie on peut dire que :

» *La condition nécessaire et suffisante pour qu'un groupe continu (transitif) soit semblable à un des groupes de M. Picard est qu'il contienne un sous-groupe transitif de transformations permutables.*

» Est-il maintenant possible d'étendre la méthode de Picard à tous les groupes continus? En poursuivant des idées de M. Engel j'ai donné (*Annali di Matematica*, 1897) le moyen de former les systèmes (2) les plus

généraux. Cette méthode se ramène à la méthode de Picard par le théorème suivant :

» *Soit un groupe transitif*

$$x'_i = f_i(x_1, \ldots, x_n; a_1, \ldots, a_n) \qquad (i = 1, \ldots, n); \tag{3}$$

en considérant tous les groupes

$$y_k = \varphi_k(y_1, \ldots, y_m; a_1, \ldots, a_n) \qquad (k = 1, \ldots, m)$$

isomorphes à (3), *et posant chaque fois*

$$c_k = \varphi_k(c_1, \ldots, c_m; a_1, \ldots, a_n)$$

($c_1, \ldots, c_m$ *constantes arbitraires*), *on obtient tous les systèmes de relations entre les paramètres* $a_1, \ldots, a_n$ *qui représentent des sous-groupes de* (3).

» Dans ses recherches, M. Picard suppose pourtant que le nombre des équations soit au moins égal au nombre des fonctions inconnues. On peut ôter cette restriction, en démontrant que *les systèmes qui ont moins d'équations que de fonctions inconnues se réduisent aux trois types suivants :*

$$\frac{\partial(P_1, \ldots, P_n)}{\partial(x_1, \ldots, x_n)} = 1, \tag{1}$$

$$\frac{\partial P_n}{\partial x_i} = 0 \qquad (i = 1, \ldots n-1), \tag{2}$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial x_n} = 0 \qquad (i = 1, \ldots n-1). \text{ »} \tag{3}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la résistance des massifs épais.* Note de M. **Ribière**, présentée par M. Sarrau.

« Dans les cas simples envisagés par notre Note insérée au n° 5 des *Comptes rendus* de 1898 les efforts de flexion des pièces épaisses s'écartent considérablement de la loi dite *du trapèze* dès que la hauteur de la pièce dépasse le cinquième de sa longueur.

» Il semble dès lors qu'il faille abandonner l'emploi de cette loi, ou plutôt de cette hypothèse, dans le calcul de la résistance des massifs tels que barrages, murs, etc. pour lesquels on l'applique encore fréquemment.

» Mais par quoi la remplacer?

» Les remarques suivantes paraissent donner à cet égard, au moins pour certains cas, une indication importante.

» Reprenons la poutre définie dans la Note précitée. Soient

$$N_2 = \sum M \cos mx \qquad \text{et} \qquad N_2 = \sum N \cos mx$$

la charge de la face supérieure et l'ensemble des réactions des appuis sur la face inférieure qui font équilibre à cette charge. D'après les formules rappelées dans ladite Note, la dilatation θ a pour expression

$$\theta = \sum \cos mx \frac{m}{2}(a_2 e^{my} - b_2 e^{-my});$$

sa valeur pour la face supérieure $y = +h$ est

$$\theta = \frac{1}{2\mu} \sum \cos mx \frac{M(E_{4mh} - 2) - N\, 4mh\, E_{2mh}}{E_{4mh} - 8m^2h^2 - 1}$$

dont la limite, très rapidement atteinte quand h croît, est

$$\theta = \frac{1}{2\mu} \sum M \cos mx.$$

» Il en est de même pour la face inférieure, de sorte qu'on a, pour $y = \pm h$,

$$\theta = \frac{N_2}{2\mu},$$

à une constante près.

» On sait que, d'une façon générale,

$$N_1 + N_2 = 2(\lambda + \mu)\theta = 4\mu\theta,$$

en supposant $\lambda = \mu$.

» Il en résulte que $N_1 = N_2$ à une constante près.

» On arrive à des résultats analogues en considérant, au lieu de poutres d'une largeur indéfinie, des plaques parallélépipédiques de dimensions horizontales $2a$, $2b$ et de hauteur $2c$. Soient, dans ce cas,

$$N_3 = \sum M \cos mx \cos ny \qquad \text{et} \qquad N_3 = \sum N \cos mx \cos ny$$

la charge de la face supérieure et l'ensemble des réactions sur la face inférieure. On trouve de la même façon que, si l'on fait croître la hauteur h, la dilatation θ tend rapidement vers la valeur de $\frac{N_3}{2\mu}$ à une constante près, tant pour la face supérieure que pour la face inférieure. On sait, d'autre part, que

$$N_1 + N_2 + N_3 = (3\lambda + 2\mu)\theta = 5\mu\theta, \qquad \text{en supposant } \lambda = \mu.$$

Par suite $N_1 + N_2$ tend rapidement vers $1,5\, N_3$ pour $y = \pm h$, à une con-

stante près. D'ailleurs, on démontrerait facilement que N_1 et N_2 sont représentées par deux séries dont chaque terme s'obtient par la multiplication du terme correspondant de N_3, pour N_1 par $\frac{m^2 + \frac{n^2}{2}}{m^2 + n^2}$, pour N_2 par $\frac{\frac{m^2}{2} + n^2}{m^2 + n^2}$.

» Les résultats ci-dessus sont indépendants de l'encastrement supposé des poutres ou plaques sur leurs appuis, lequel s'exprime en faisant, pour les poutres $m = \frac{i\pi}{a}$, et pour les plaques $m = \frac{i\pi}{a}$, $n = \frac{i\pi}{b}$, i étant égal aux nombres entiers successifs. Les conclusions seront les mêmes si l'on prend $m = \frac{(2i+1)\pi}{2a}$ et $n = \frac{(2i+1)\pi}{2b}$. Dans ce cas, l'effort tangentiel T, au lieu d'être nul, devient très important pour $x = \pm a$, $y = \pm b$. On peut aussi faire toute autre hypothèse sur la forme des valeurs de m et de n.

» Il est donc établi que, dans des catégories de cas très étendues, les efforts maximum de traction ou compression dans les massifs parallélépipédiques considérés, efforts qui s'exercent à la surface, deviennent indépendants de l'épaisseur des massifs dès que cette épaisseur est comparable aux autres dimensions, et qu'à partir de ce moment la répartition des efforts N_1 et N_2 se déduit simplement de celle des efforts N_3.

» A titre d'exemple, nous avons appliqué nos formules au cas de poutres encastrées d'une largeur indéfinie supportant soit une charge uniforme, soit une charge centrale. Les efforts élastiques aux divers points pour les hauteurs $\frac{a}{10}$, $\frac{a}{5}$, a sont représentés par des courbes que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. On y voit que, dans le cas de pièces épaisses, les efforts sont relativement faibles dans l'intérieur de la masse et n'atteignent de fortes intensités qu'à proximité des points où sont appliquées des charges ou des réactions énergiques. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouvel étalon lumineux* [1]. Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. A. Cornu.

« L'introduction, dans la pratique, de sources lumineuses à haute température rend de plus en plus difficile les mesures photométriques avec les anciens étalons, dont la teinte est toujours rougeâtre.

---

[1] Travail fait à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

» Diverses méthodes très ingénieuses tendent à parer à cet inconvénient en faisant les comparaisons en lumière à peu près monochromatique ; tels sont les procédés de MM. Crova, Macé de Lépinay et d'autres auteurs.

» On peut aussi rendre plus facile la photométrie hétérochrome par l'emploi d'étalons dont la température et, par conséquent, la teinte se rapprochent des sources lumineuses actuelles. C'est dans cet esprit que MM. Violle et Broca ont proposé des étalons à l'acétylène et à la naphtaline.

» En dehors de ces considérations, les conditions requises pour un étalon de lumière ont une grande simplicité permettant de reproduire aisément les conditions dans lesquelles doit fonctionner l'appareil, et aussi un dispositif permettant la détermination facile et exacte du combustible brûlé.

» Pour réaliser ces conditions, j'emploie l'acétylène brûlant à l'air libre, à l'extrémité d'un tube de thermomètre nettement coupé ([1]). Le diamètre intérieur du tube a $0^{mm},5$ et l'expérience m'a montré que des écarts de 10 pour 100 ne produisent que des variations négligeables de l'intensité.

» Cette disposition du brûleur ne se prête pas facilement à la mesure du débit qui est très faible (1^{lit} à 6^{lit} à l'heure).

» Cette détermination exigeait des compteurs spéciaux d'une grande sensibilité ; d'autre part, l'intensité lumineuse est, comme dans tous les appareils à flamme, bien loin d'être proportionnelle au débit. La courbe qui représente la marche du phénomène présente, en effet, un point d'inflexion, ainsi qu'on pourra le voir sur les résultats numériques que je donne plus loin.

» Il est au contraire très facile de déterminer avec exactitude la hauteur de la flamme qui ne varie d'ailleurs que très peu de diamètre avec le débit. C'est ce qui explique pourquoi la courbe représentative des intensités en fonction de la hauteur du jet gazeux est si tendue. On peut alors, au voisinage du point d'inflexion, la confondre avec une droite de la forme

$$i = kh - A.$$

» Pour déterminer commodément et avec exactitude la seule variable de l'appareil, je me suis servi d'une petite chambre noire fortement dia-

---

([1]) Dispositif déjà appliqué par M. Ducretet à une lampe ordinaire à acétylène.

phragmée qui donnait, sur le verre dépoli divisé en millimètres, l'image de la flamme en vraie grandeur. Cette disposition a déjà été recommandée pour les mesures photométriques où la bougie est employée comme étalon.

» Voici les résultats obtenus dans une série d'expériences où une seconde flamme d'acétylène était employée comme étalon.

Hauteur de la flamme.	Débit à l'heure.	Intensité observée.	Intensité calculée.	Erreur.
mm	lit			
5.......	1,15	0,056	0,000	+0,056
10.......	2,02	0,325	0,318	+0,007
15.......	2,80	0,670	0,669	+0,001
20.......	3,52	1,020	1,020	0,000
25.......	4,28	1,380	1,372	−0,008
30.......	5,00	1,660	1,724	−0,064
35.......	6,00	1,910	2,076	−0,166

» On peut donc admettre la proportionnalité de l'intensité avec la hauteur de la flamme entre 10^{mm} et 25^{mm}; cette qualité de l'appareil est précieuse, en permettant par une seule lecture de connaître immédiatement son intensité.

» Je n'ai pas encore fait de mesures précises afin de déterminer la valeur absolue de l'étalon; je me propose d'étudier, avant de faire cette détermination, l'influence perturbatrice que peuvent avoir les impuretés renfermées dans l'acétylène commercial : azote, ammoniaque, hydrogène sulfuré et phosphoré.

» En dehors de son emploi comme photomètre, l'appareil permettra d'évaluer rapidement la richesse d'un carbure commercial par la détermination du pouvoir éclairant du gaz qu'il fournit. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les forces électromotrices thermo-électriques dans le bismuth cristallisé.* Note de M. Louis Perrot [1], présentée par M. Friedel.

« La force électromotrice thermo-électrique dans le bismuth cristallisé varie, comme on le sait, suivant les directions.

» Elle est *maxima* quand le courant thermo-électrique traverse le bismuth perpendiculairement au clivage principal, et *minima* quand il le traverse dans le sens parallèle à ce clivage.

(1) Genève, laboratoire de l'Université.

» Le rapport des forces électromotrices dans ces deux directions et la valeur absolue de ces forces n'ont point été étudiés jusqu'ici avec assez de précision pour qu'on puisse les considérer comme connus avec quelque certitude. Matthiessen (¹) est le seul, sauf erreur, qui ait déterminé par un petit nombre d'expériences les forces électromotrices axiales et équatoriales de couples bismuth-argent, et trouvé que le rapport de la force axiale à la force électromotrice équatoriale était de 1,48 en moyenne entre 29° et 45° environ.

» La difficulté d'obtenir de bonnes soudures entre un métal quelconque et le bismuth, sans altération de ce dernier, et la nécessité de pouvoir faire les mesures alternativement dans les deux directions principales sur un même cristal, obligent à substituer un simple *serrage* à des soudures adhérentes proprement dites. Pour parvenir à un bon serrage, permettant de réaliser un degré d'accolement constant malgré de fréquents retournements à angle droit des faces du bloc de bismuth entre deux lames d'un second métal, il faut disposer de surfaces de contact assez étendues. Or il est difficile d'avoir des blocs un peu volumineux qui soient parfaitement homogènes.

» Ayant fait cristalliser du bismuth pur par lent refroidissement dans un four Perrot, j'ai réussi à détacher du culot ainsi obtenu des fragments limités par de grandes surfaces de clivage très nettes. En taillant à la scie des parallélépipèdes, j'ai pu m'assurer que, dans toute leur masse, les feuillets de clivage conservaient une même direction. En effet, les éclats clivés qui se détachaient extérieurement au trait de scie montraient par leur régularité que les plans de clivage se prolongeaient dans l'intérieur des parallélépipèdes d'un bout à l'autre.

» L'un des parallélépipèdes (g) mesurait : $14^{mm},40$; $14^{mm},15$; 20^{mm}. L'autre (p) : $9^{mm},47$; $10^{mm},70$; $19^{mm},50$.

» Un système de serrage à vis, très simple, m'a permis de réaliser pratiquement une adhérence par pression parfaitement constante entre *cuivre* et *bismuth*. La

(¹) MATTHIESSEN, *Pogg. Ann.*, 1858, t. CIII; p. 412. — Dans les pages 424, 425 de ce Mémoire il y a une interversion d'ordre typographique qui jette de la confusion dans les grandeurs relatives axiales et équatoriales. Mais on voit bien par son Tableau résumé que pour Matthiessen, comme dans les expériences qualitatives de tous les autres auteurs, la force électromotrice suivant l'axe (force électromotrice ||) est la plus grande.

description du système et celle du mode de chauffage des soudures seront données dans un Mémoire ultérieur.

» La mesure des températures t et t' des soudures se faisait par compensation et réduction à o des forces électromotrices de quatre soudures auxiliaires cuivre-maillechort. Deux de ces soudures étaient logées exactement entre les cuivres, et le bismuth dans les deux plans de contact; deux autres, opposées respectivement à chacune des deux premières, plongeaient dans des vases d'eau dont on faisait varier la température jusqu'à réduction à o des déviations du galvanomètre. On pouvait ainsi connaître les températures des plans de contact.

» J'ai jusqu'ici mesuré les forces électromotrices *par rapport au cuivre* dans les deux parallélépipèdes p et g. *Le sens noté* $\parallel$ *est celui dans lequel le parallélépipède est orienté de façon que les surfaces de contact soient* $\parallel$ *au clivage principal (le courant traverse donc parallèlement à l'axe principal). Le sens noté* $\perp$ *est celui dans lequel les surfaces de contact sont des faces taillées* $\perp$ *au clivage.*

» Les forces électromotrices ont été mesurées par les deux méthodes suivantes qu'on pouvait substituer rapidement l'une à l'autre au moyen de commutateurs appropriés :

» 1° Par les *déviations* directement produites sur un galvanomètre très sensible, dont la résistance, quoique faible, était très grande par rapport à la résistance intérieure du couple;

» 2° Par l'emploi d'un *potentiomètre à curseur*. Ce dernier a donné des rapports, forces électromotrices $\frac{\parallel}{\perp}$, sensiblement égaux (à $\pm$ 0,015 près) à ceux trouvés par la première méthode. Il a permis la mesure des forces électromotrices en valeur absolue.

» Les mesures définitives ont porté sur divers intervalles de températures des soudures échelonnés entre 11° et 94°,6. Des courbes ont été construites avec les températures comme abscisses et les déviations comme ordonnées; chaque courbe était déterminée par au moins 6 points.

» Les résultats généraux ont été les suivants :

» 1° *La force électromotrice, pour un degré de différence entre les températures* t *et* t' *des soudures* (ce qui revient au pouvoir thermo-électrique), *va en augmentant avec la température entre* 10° *et* 100°.

» 2° *Cette augmentation est plus rapide pour les soudures* $\perp$ *que pour les soudures* $\parallel$; *il en résulte que le rapport des forces électromotrices* $\frac{\parallel}{\perp}$ *va en diminuant à mesure que* $(t + t')$ *augmente*. On a, d'après les courbes comme

rapport, l'une des soudures, t, étant à 11° et l'autre, t', successivement à

Rapports	t'.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.	100°.
	$p \frac{\parallel}{\perp}$	2,33	2,27	2,19	2,14	2,08	2,04	2,01	2,02	2,00
	$g \frac{\parallel}{\perp}$	2,43	2,33	2,27	2,20	2,14	2,11	2,06	2,03	2,00

» 3° Quant aux *valeurs absolues des forces électromotrices*, elles ont été un peu plus faibles dans g que dans p. Les forces électromotrices p étaient 1,05 fois plus fortes que les forces électromotrices g. La température inférieure t étant 11°, on a eu, dans p en volts :

Pour t'.	30°.	50°.	70°.	95°.
	volt	volt	volt	volt
Force électromotrice $\parallel$	0,00190	0,00396	0,00610	0,00899
Force électromotrice $\perp$	0,00084	0,00185	0,00299	0,00447

» Pour $t = 10°$ et $t' = 100°$, on aurait $p \parallel = 0^{\text{volt}},00965$ et $p \perp = 0^{\text{volt}},00481$.

» g étant plus volumineux avait plus de risques de renfermer des macles ; des fentes y étaient visibles, ainsi qu'une petite cavité ; p était plus près de l'homogénéité parfaite. D'autres petits prismes, tirés de parties manifestement moins régulières du même culot, ont donné des chiffres notablement inférieurs à g.

» Je ne pourrai poursuivre ces recherches que quand j'aurai en mains de nouvelles masses de bismuth homogène ou, de préférence, de quelque autre cristal à point de fusion plus élevé, dont l'étude thermo-électrique puisse se faire jusques et au delà du point de renversement.

» Il résulte déjà de cette première Note que la structure cristalline a sur les constantes thermo-électriques du bismuth une influence encore plus grande qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la constitution de l'étincelle explosive dans un diélectrique liquide*. Note de M. L. **Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« On sait depuis longtemps que l'étincelle qui éclate, dans l'air, entre deux conducteurs chargés à des potentiels égaux et de signes contraires ne présente pas le même aspect à ses deux extrémités.

» Ce fait paraît dû à la différence que présentent les particules arrachées aux électrodes lorsqu'on les étudie au microscope.

» M. Wachter [1] a montré, en effet, que les particules arrachées à l'électrode positive ont des dimensions parfaitement mesurables au microscope et peuvent devenir incandescentes, tandis que les particules négatives échappent à toute mesure *et ne deviennent jamais incandescentes;* elles paraissent entraînées par volatilisation.

» Il y aurait donc, à l'extrémité positive, un arrachement de particules solides incandescentes et, à l'extrémité négative, un dégagement de vapeurs métalliques obscures.

» Lorsque la décharge qui produit l'étincelle est oscillante, les électrodes changent de signe chaque fois que le courant se renverse; chacune des extrémités de l'étincelle est donc alternativement brillante et obscure; d'où la possibilité de la dissocier par la rotation rapide d'un miroir.

» Chacun des bords de l'image dilatée de l'étincelle présentera une série de points lumineux et obscurs, alternés d'un bord à l'autre, c'est-à-dire qu'à un point lumineux pris sur un bord correspondra sur l'autre un point obscur, et *vice versa*.

» Tous ces caractères sont bien ceux des épreuves obtenues et décrites par Feddersen [2].

» Les choses paraissent ne pas se passer ainsi dans le cas où la décharge a lieu à travers un diélectrique liquide.

» J'ai étudié, par le miroir tournant, l'étincelle d'un excitateur dont la décharge se faisait dans l'huile de vaseline. Ce qui frappe tout de suite dans les épreuves obtenues, c'est qu'il n'y a pas alternance d'un bord à l'autre de l'image dilatée comme si, au même instant, l'étincelle possédait le même éclat sur toute sa longueur.

» Il est probable que la volatilisation du métal à l'électrode négative est empêchée par la présence du liquide; il s'y produit, sans doute, alors, un arrachement de particules solides incandescentes, comme à l'électrode positive; l'étincelle serait alors entièrement constituée par des particules solides incandescentes dont l'éclat suivrait une loi périodique synchrone de celle de la décharge. »

---

(1) Fr. Wachter, *Wied. Ann.*, t. XVII, p. 903.

(2) Feddersen, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIX, p. 178; 1863.

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur les rayons cathodiques.* Note de M. E. Goldstein.

« Dans une série de Mémoires très intéressants, présentés à l'Académie des Sciences pendant l'année dernière, M. Deslandres ([1]) a publié quelques résultats de ses travaux concernant les rayons cathodiques.

» Parmi ces résultats, il y a un certain nombre de faits d'observation et de conclusions se trouvant déjà dans quelques Mémoires que j'ai publiés à partir de l'année 1880 sur mes travaux dans le même domaine de recherches. En me félicitant de la confirmation indépendante que mes propres travaux ont trouvée par les belles recherches de M. Deslandres, je crois pourtant être en droit de soumettre à l'Académie des Sciences la Communication suivante concernant une partie de mes publications antérieures sur les rayons cathodiques : c'est surtout un Mémoire publié par moi en 1880, sur une nouvelle forme de répulsion électrique ([2]), qui est resté inconnu à M. Deslandres. On y trouve, à côté des phénomènes de répulsion, aux pages 100-108, la description détaillée de l'attraction des rayons cathodiques par une anode, attraction que M. Deslandres croit avoir découverte le premier. Ensuite le résultat de M. Deslandres conçu dans ces termes : « L'action mutuelle des rayons et des cathodes se produit seulement lorsque les rayons se pénètrent » (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 681) a été donné par moi-même en disant (p. 162 et suiv.) que la répulsion ne s'effectue pas à travers un corps solide, mais qu'il est nécessaire, pour la répulsion à subir par un rayon, qu'il coupe dans l'espace libre, c'est-à-dire sans écran intermédiaire, une des normales d'une surface émettant des rayons cathodiques. Dans l'introduction du même Mémoire, j'avais déjà montré que la direction des rayons cathodiques pour les surfaces employées dans mes expériences coïncide avec celle des normales de la cathode. De même, le phénomène mentionné par M. Deslandres (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 375), c'est-à-dire que « le rayon dévié par une capacité s'étale dans le sens perpendiculaire à la déviation », a été l'objet d'une recherche détaillée dans mon Mémoire cité ci-dessus (p. 86-91).

([1]) Deslandres, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678; t. CXXIV, p. 945; t. CXXV, p. 373; 1897.

([2]) Goldstein, *Eine neue Form electrischer Abstossung*. Berlin, Springer, 1880.

» Qu'il me soit permis de mentionner encore quelques coïncidences d'idées entre M. Deslandres et moi. M. Deslandres admet que l'action répulsive des rayons cathodiques, phénomène découvert par moi, que j'avais appelé *déflexion* ou *répulsion déflectrice des rayons cathodiques*, « explique bien la force répulsive émanée du Soleil, que les auteurs ont » admise sans préciser sa nature » (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678). Or, j'ai déjà énoncé en 1893, dans le Rapport annuel de l'observatoire de Berlin, imprimé dans l'*Astronomische Vierteljahrschrift*, t. XXVIII, p. 159, une hypothèse pour l'explication des phénomènes cométaires qui :

» 1° Identifie les queues des comètes avec des faisceaux de rayons cathodiques secondaires ([1]), excités dans le noyau de la comète par des rayons cathodiques primaires émanés du Soleil;

» 2° Explique la répulsion des queues par la répulsion déflectrice cathodique sortant du Soleil-cathode.

» M. Deslandres veut expliquer (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678) par l'hypothèse des rayons cathodiques émis par le Soleil « la coïncidence » entre les orages magnétiques terrestres et le passage des fortes taches » près du méridien central du Soleil ». Tout à fait dans le même ordre d'idées, j'ai déjà écrit en 1881 ([2]) : « Je voudrais insister sur ce que certains » phénomènes de nature électrique et magnétique, qui (à cause des coïn-

---

([1]) Les rayons secondaires excités par les rayons cathodiques primaires ne doivent pas être confondus avec les rayons Röntgen, comme on l'a fait récemment, en discutant un exposé de mon hypothèse qui a été publié dans le mois d'août dernier dans le *Reichsanzeiger* de Berlin. Les rayons cathodiques tombant sur un corps solide produisent, outre les rayons Röntgen, encore, d'après mes recherches antérieures, deux autres espèces de rayons, savoir :

1° Les rayons que j'ai décrits en 1881 (*Wied. Ann.*, t. XV, p. 246) et appelés *rayons cathodiques réfléchis diffusément*, rayons qui diffèrent des rayons Röntgen en plusieurs points, par exemple en cela qu'ils sont déviés par un aimant.

2° Les rayons que j'ai décrits dans un Mémoire inséré dans l'*Anzeiger* de l'Académie des Sciences de Vienne du 7 février 1884. Ce sont ces derniers rayons secondaires qui sont repoussés par la cathode primaire, après avoir parcouru un petit chemin dans la direction de cette cathode, et mes recherches ultérieures m'ont montré qu'en variant d'une manière convenable l'intensité de la cathode primaire on peut, par ces rayons secondaires, reproduire un nombre assez considérable de formes présentées par les queues des comètes. Un rapport détaillé donnera les dessins de ces formes artificielles et prouvera que ces rayonnements secondaires peuvent être produits aussi par des rayonnements primaires restant eux-mêmes invisibles.

([2]) *Wied. Ann.*, t. XII, p. 266.

» cidences soit de leurs périodes, soit de leurs époques avec certaines variations solaires) ont été mis en relation avec l'influence électrostatique ou » magnétique du Soleil, s'expliquent peut-être plus convenablement par » des courants électriques, qui traversent l'espace interplanétaire en émanant de la masse centrale. Les expériences, faites en éliminant de plus » en plus le milieu pondérable, n'indiquent aucune limite de la propagation de cette singulière forme d'énergie, que nous observons dans les » rayons cathodiques. Or, il paraît admissible que le Soleil, outre les » rayons optiques, émet aussi des rayons électriques dans un vaste espace. Même en plaçant l'anode tout près de la cathode, on observe » que les rayons cathodiques, indépendamment de la position de l'anode, » traversent l'espace en ligne droite sans limite observable. Donc, pour » une telle communication électrique avec le Soleil, il ne serait pas indispensable que la Terre elle-même représentât une source ou un pôle de la » décharge; mais il se pourrait très bien que des décharges, dont les pôles » se trouveraient tous les deux sur le Soleil, produisissent des rayons cathodiques émanant du Soleil dans l'espace céleste. »

» Comme on peut l'entrevoir maintenant, les difficultés qu'on a rencontrées jusqu'à présent, en voulant expliquer les relations entre le Soleil et les phénomènes électriques et magnétiques terrestres par les effets d'induction électrostatique ou magnétique, disparaîtraient complètement en admettant pour ces explications l'hypothèse des radiations cathodiques solaires. Même si la charge électrique totale du Soleil restait constante ou diminuait, un effet puissant pourrait être produit sur la Terre dans le cas où celle-ci plongerait dans le faisceau cathodique d'un élément de la surface solaire, où il y aurait une augmentation tout à fait locale de rayonnement. Il faut, en outre, remarquer qu'un élément cathodique ne rayonne pas comme un élément simplement lumineux dans toutes les directions, mais dans un faisceau de rayons très peu divergents. Par conséquent, l'énergie provenant de l'élément rayonnant reste plus concentrée que dans le cas du rayonnement lumineux ordinaire. En même temps, selon cette manière de voir, on comprendrait mieux quelques anomalies apparentes dans les relations entre ces phénomènes solaires et les phénomènes terrestres. »

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de la voix parlée des phonographes.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Marey.

« I. *Timbre.* — Chaque voyelle a un timbre particulier dû à un certain nombre d'harmoniques : I, U, OU sont formées par un seul, A par trois.

» Le timbre des voyelles parlées par un phonographe est changé, parce qu'il y a des harmoniques nouveaux ; les uns, les plus nombreux et les plus variables, sont dus à l'embouchure devant laquelle on parle pour impressionner le cylindre, les autres sont dus à la lame vibrante.

» II. *Hauteur.* — Chaque voyelle est toujours accompagnée d'une note, sa vocable, qui varie dans des limites assez étroites ; si l'on accélère ou si l'on ralentit trop le mouvement de rotation, la note produite s'éloigne de la vocable, et la voyelle est modifiée ou transformée complètement.

» III. *Intensité.* — L'intensité varie très peu avec l'emploi des résonateurs à forme plus ou moins conique ; ces instruments doivent avoir une qualité négative, ne pas introduire de vibrations nouvelles.

» L'intensité du son augmente, dans une certaine limite, avec la surface de la lame vibrante ; elle semble être proportionnelle à la pression du style sur la lame et sur le cylindre impressionné, qui doit être assez résistant. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le traitement industriel de l'émeraude au four électrique.* Note de M. **P. Lebeau** (¹), présentée par M. H. Moissan.

« Au début de nos recherches sur le glucinium, nous avons indiqué (²) deux traitements nouveaux de l'émeraude : l'un consistant en une modification de la méthode d'attaque des silicates par un mélange d'acide sulfurique et de fluorure de calcium ; l'autre nécessitant l'emploi du four électrique et reposant sur ce fait que l'émeraude fortement chauffée perd de la silice et donne un silicate basique facilement attaquable par les acides. Nous avons observé depuis que l'on peut arriver à une réduction totale de

(¹) Travail fait au laboratoire des Hautes-Études de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie.

(²) P. Lebeau, *Sur le traitement de l'émeraude et la préparation de la glucine pure* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 641).

l'émeraude au four électrique en prolongeant suffisamment la chauffe. Si l'on maintient ce minéral, placé dans un tube de charbon disposé dans le four électrique à tube de M. Moissan, pendant huit à dix minutes sous l'action calorifique d'un courant de 950 ampères sous 45 volts, la majeure partie de la silice distille et il reste dans la partie chauffée une masse fondue d'aspect métallique, constituée par un mélange de carbures d'aluminium et de glucinium, de siliciure de fer et de siliciure de carbone. Cette substance s'attaque par les acides étendus, en donnant une solution renfermant la glucine et l'alumine. En employant l'acide fluorhydrique, on obtient du premier coup une solution assez pure de fluorure de glucinium, l'aluminium restant à l'état de fluorure insoluble. Lorsque l'on additionne l'émeraude d'environ moitié de son poids de charbon, on arrive plus rapidement à une réduction totale ; la silice s'élimine complètement, soit par volatilisation, soit par suite de la formation de siliciure de carbone, corps presque aussi inattaquable que le diamant. Ces conditions visiblement avantageuses nous ont conduit à tenter quelques expériences industrielles, portant sur 100^{kg} d'émeraude. Pour ces essais, M. Bullier a bien voulu mettre à notre disposition l'un de ses fours à carbure de calcium ; nous l'en remercions vivement.

» 100^{kg} d'émeraude ont été pulvérisés et mélangés avec 50^{kg} de coke de bonne qualité. Le mélange, introduit dans un four à carbure de calcium, a été chauffé pendant une heure avec un courant de 1500 ampères. L'opération a dû être interrompue par suite d'un accident survenu à la machine dynamo-électrique actionnant le four. Le temps de chauffe ayant, d'ailleurs, paru suffisant, l'opération n'a pas été reprise. La substance formait deux couches : l'une supérieure était constituée par une masse fondue siliceuse, inattaquable par les acides, et présentant une composition variable suivant que l'échantillon analysé était prélevé à la partie externe ou dans la partie centrale de la masse. Nous n'avons dosé dans cette matière que la silice, l'alumine et la glucine. Voici les résultats obtenus :

	Partie externe.	Partie centrale.
Silice	58,21	53,82
Alumine	19,05	20,53
Glucine	12,43	13,92

» La couche inférieure, de plusieurs centimètres d'épaisseur, présentait nettement une cassure cristalline et avait à peu près la couleur et l'éclat du silicium cristallisé. La poussière cristalline obtenue par la pulvérisation

d'un fragment au mortier d'agate présentait dans les parties les plus ténues une certaine transparence, avec la coloration brune que l'on observe dans les lames minces de silicium graphitoïde. On observait, en outre, quelques débris de cristaux de siliciure de carbone.

» Nous avons fait l'analyse de ce produit et nous y avons recherché le silicium libre dont l'aspect même de la masse semblait indiquer l'existence en forte proportion.

» Nous avons isolé le silicium libre en traitant la substance pulvérisée par l'acide fluorhydrique puis par l'acide sulfurique. Le résidu lavé à l'eau était formé de silicium renfermant 1 pour 100 de siliciure de carbone.

» Certains échantillons renfermaient près de 80 pour 100 de silicium cristallisé.

» L'analyse d'un fragment fondu pris dans la masse a donné les résultats suivants :

	I.	II.
Silicium	64,1	64,5
Fer	16,1	15,9
Cuivre	1,1	1,3 (¹)
Aluminium	15,4	15,7
Glucinium	2,3	1,9
	99,0	99,3

» Si cet essai nous a fourni quelques faits intéressants concernant l'action de la chaleur et du charbon sur un silicate naturel et nous a conduit à envisager la possibilité d'une préparation industrielle du silicium, nous n'avons en revanche rien obtenu de net concernant l'extraction de la glucine. Afin de nous placer dans les meilleures conditions possibles et d'obtenir plus facilement un bain liquide, nous avons substitué au charbon un réducteur plus énergique, le carbure de calcium. M. Moissan vient de démontrer qu'un très grand nombre de substances oxygénées et notamment les oxydes métalliques sont facilement réduits par ce composé (²).

» On a mélangé environ 50^{kg} d'émeraude finement pulvérisée avec 50^{kg} de carbure de calcium également en poudre grossière. Le tout a été placé dans un four à carbure et chauffé une heure et demie avec un courant de 1500 ampères. La masse refroidie retirée du four était, en apparence,

(¹) Le cuivre provenait des électrodes.

(²) H. Moissan, *Nouvelle méthode pour la préparation des carbures par l'action du carbure de calcium sur les oxydes* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 839).

assez homogène et bien fondue. Elle pesait $31^{kg},500$ et était accompagnée de $58^{kg},200$ de mélange encore pulvérulent n'ayant pas suffisamment subi l'action calorifique.

» La matière fondue présente une teinte gris verdâtre. Elle se délite lentement à l'air en donnant une poussière de même coloration dans laquelle on distingue facilement des cristaux de siliciure de carbone. Un fragment de cette même substance décompose l'eau un peu plus lentement que le carbure de calcium en donnant au début de l'acétylène pur. Après quelques jours, on constate dans le gaz dégagé la présence du méthane, provenant des carbures d'aluminium et de glucinium qui se sont formés au moment de la réduction. Quelques parties métalliques bien cristallisées sont disséminées dans la masse, elles sont formées par un siliciure double de fer et de cuivre.

» Après avoir essayé l'action des divers acides sur le produit brut résultant de l'action du carbure de calcium sur l'émeraude à haute température, nous avons choisi, de préférence, les procédés suivants :

» La matière concassée est abandonnée à l'air humide ; elle se délite et se pulvérise ainsi d'elle-même. Dans ce produit d'altération, le glucinium et l'aluminium sont sous forme d'oxydes hydratés ou de carbures non encore décomposés, c'est-à-dire facilement attaquables par les réactifs. Nous avons pu extraire une notable quantité de glucine par simple digestion de ce produit avec le carbonate d'ammonium en solution saturée, mais ce traitement exige un contact très prolongé. Nous avons préféré l'emploi de l'acide fluorhydrique ou de l'acide sulfurique qui permet d'extraire rapidement environ 90 à 95 pour 100 de la glucine contenue dans l'émeraude.

» Ces traitements exigent quelques précautions spéciales sur lesquelles nous ne pouvons insister ici ; nous renvoyons au Mémoire qui sera publié ultérieurement. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les quinonoximes.* Note de M. AMAND VALEUR.

« Les quinones peuvent fournir deux sortes d'oximes, les monoximes et les dioximes. Les premières s'obtiennent par deux voies bien différentes : par l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine sur les quinones en solution alcoolique ou encore en faisant réagir l'acide azoteux sur les phénols ; les quinonoximes sont, en effet, identiques aux nitrosophénols. Il m'a semblé qu'il y avait quelque intérêt à étudier ces composés : d'abord, parce que

aucune oxime n'a fait jusqu'ici l'objet de déterminations thermochimiques, et aussi parce que ces composés sont isomériques avec les dérivés nitrés des carbures aromatiques.

» J'étudie dans cette Note les monoximes de la quinone ordinaire, de la thymoquinone et des napthoquinones.

» *Quinonoxime* (*nitrosophénol*) $C^6H^4\begin{cases} O \\ AzOH \end{cases}$ ou $C^6H^4\begin{cases} OH \\ AzO \end{cases}$.

» Après plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante, ce corps a été obtenu pur, fusible à 121° en se décomposant.

» La combustion de 1gr a donné les nombres suivants :

$$5809^{cal},7,\quad 5823^{cal},6,\quad 5817^{cal},7;\quad \text{moyenne} = 5817^{cal},0;$$

soit, pour une molécule $C^6H^5AzO^2 = 123$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant........	715,5
	à pression constante......	715,4
Chaleur de formation à partir des éléments.........		+22,9

» *Thymoquinonoxime* (*nitrosothymol*)

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix}\Big\rangle C^6H^2\begin{cases} O \\ AzOH \end{cases} \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix}\Big\rangle C^6H^2\begin{cases} OH \\ AzO \end{cases}.$$

» Ce composé a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool bouillant. Il fondait à 167° en se décomposant.

» La combustion de 1gr dégage :

$$7459^{cal},2,\quad 7457^{cal},4,\quad 7446^{cal},3;\quad \text{moyenne} = 7454^{cal},3.$$

Ces nombres, rapportés à la molécule $C^{10}H^{13}AzO^2 = 179$, donnent :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1334,3
	à pression constante.....	1335,3
Chaleur de formation............................		+ 56,2

» *α-naphtoquinonoxime* (*α-nitroso-α-naphtol*) $C^{10}H^6\begin{cases} O \\ AzOH \end{cases}$. — Cette oxime a été préparée en nitrosant à 0° l'α-naphol; il se forme ainsi deux dérivés nitrosés : l'α-nitroso-α-naphtol et le β-nitroso-α-naphtol qu'on sépare suivant la méthode indiquée par Ilinsky (*Ber.*, 17, 2590).

» Le composé ainsi obtenu, après cristallisation dans l'alcool, fondait à 184° en se décomposant. La combustion de 1gr de substance donne :

$$6746^{cal},5,\quad 6742^{cal},0,\quad 6738^{cal},1;\quad \text{soit } 6742^{cal},2 \text{ en moyenne};$$

soit, pour une molécule $C^{10}H^7AzO^2 = 173$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1166,4
	à pression constante.....	1166,5
Chaleur de formation	....	+ 18,0

» β-*naphtoquinonoxime* (β-*nitroso*-α-*naphtol*). — Ce composé a été purifié par dissolution dans la soude, reprécipitation par HCl et recristallisation dans l'alcool; il fond à 152° en se décomposant. Combustion rapportée à 1^{gr} :

$6762^{cal},2$, $6754^{cal},3$, $6770^{cal},3$; soit, en moyenne, $6762^{cal},2$;

soit, pour une molécule :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1170,0
	à pression constante.....	1170,4
Chaleur de formation	....	+ 14,4

» β-*naphtoquinonoxime* (α-*nitroso*-β-*naphtol*). — Ce dérivé s'obtient facilement en nitrosant le β-naphtol; il a été purifié comme le précédent (point de fusion : 107°-108°).

» Sa combustion a donné :

$6759^{cal},4$, $6763^{cal},2$, $6759^{cal},6$; soit, en moyenne, $6760^{cal},7$.

» Pour une molécule, on a :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1169,6
	à pression constante.....	1169,7
Chaleur de formation	....	+ 14,8

» Les déterminations qui précèdent présentent un certain intérêt. Si l'on compare, en effet, les chaleurs de combustion de ces oximes avec celles des quinones correspondantes, on trouve une différence sensiblement constante et égale à 60^{Cal} environ. Ainsi l'on a pour les chaleurs de combustion :

	Cal	Cal
Quinone ordinaire..........	656,8	différence : 58,6
Quinonoxime..............	715,4	
Thymoquinone.............	1274,6	différence : 60,7
Thymoquinonoxime.........	1335,3	
α-naphtoquinone..........	1103,7	différence : 62,8
oxime....................	1166,5	
β-naphtoquinone..........	1110,3	différence : 59,4
α-oxime..................	1169,7	
β-naphtoquinone..........	1110,3	différence : 60,1
β-oxime..................	1170,4	

» Ces nombres sont suffisamment concordants pour qu'on puisse con-

clure que le remplacement d'un atome d'oxygène quinonique par le résidu bivalent AzOH élève la chaleur de combustion de 60^{Cal} environ.

» Si l'on se place maintenant au point de vue de l'isomérie de ces oximes avec les dérivés nitrés des carbures, on constate une différence très notable dans les chaleurs de combustion de ces isomères. En effet, le nitrobenzène et le nitronaphtalène ont pour chaleurs de combustion respectivement $733^{Cal},2$ et $1191^{Cal},0$, nombres beaucoup plus élevés (de 20^{Cal} environ) que ceux qui représentent les chaleurs de combustion des quinonoximes correspondantes. La chaleur de formation de celles-ci, à partir des éléments, est donc notablement supérieure à celle des dérivés nitrés isomériques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de dédoublement de l'ouabaïne par hydrolyse.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Les acides étendus bouillants, chlorhydrique et sulfurique, hydrolysent complètement l'ouabaïne, mais avec une certaine lenteur; c'est ainsi qu'avec l'eau acidulée à 2 pour 100 de SO^4H^2 il faut encore chauffer pendant vingt-quatre heures pour que l'hydrolyse soit complète.

» Dès le début de l'expérience, le dédoublement se manifeste par le trouble du liquide qui devient laiteux et bientôt par le dépôt, qui augmente rapidement, d'une matière résineuse jaune foncé et fondue.

» J'ai déjà indiqué, dans une Note précédente ([1]), quelle était la nature des produits de l'hydrolyse de l'ouabaïne : d'une part, une matière résineuse insoluble et d'autre part un sucre réducteur, le rhamnose; mais, comme il a été émis des doutes sur la véritable nature de ce sucre dans un récent travail ([2]), je tiens à préciser mes déterminations et à donner quelques détails, notamment sur la résine, qu'une étude plus complète conduit à considérer comme un anhydride résineux plutôt que comme un produit de polymérisation.

» L'hydrolyse a été faite en général sur 20^{gr} d'ouabaïne hydratée cristallisée $C^{30}H^{46}O^{12}.9H^2O$, dissoute dans douze fois son poids d'eau acidulée à 2 pour 100 de SO^4H^2, et le tout chauffé en vase scellé à 100° pendant quarante ou cinquante heures.

» Le liquide limpide, très peu coloré, séparé de la résine fondue, est neutralisé par la baryte. On effectue le dosage du sucre réducteur sur une

([1]) Arnaud, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 346; 1898.

([2]) Feist, *B. der d. ch. G.*, t. XXX, p. 534; 1898.

partie du liquide au moyen de la liqueur de Fehling, et, par comparaison, avec une solution type de rhamnose pur, en suivant les indications si précises de Soxhlet pour ces sortes de titrages. Les dosages ont toujours été très concordants, pourvu que le temps de chauffage ait été suffisant pour l'hydrolyse. On a trouvé de 21,10 à 21,80 pour 100 de rhamnose anhydre $C^6H^{12}O^5$ rapporté à l'ouabaïne hydratée (soit en moyenne 27,50 pour 100 de l'ouabaïne anhydre).

» La quantité de résine recueillie varie un peu suivant les expériences, d'abord parce qu'il est difficile de l'obtenir parfaitement sèche sans l'altérer par oxydation, et ensuite parce que environ 2 pour 100 de cette matière reste en dissolution dans le liquide d'hydrolyse et s'y maintient grâce à la baryte employée pour la neutralisation. Les quantités trouvées varient de 47,5 à 49 pour 100 de l'ouabaïne hydratée (soit en moyenne 60 à 61 pour 100 de l'ouabaïne anhydre).

» L'identification du sucre réducteur avec le rhamnose a été établie par les déterminations suivantes : la plus grande partie du liquide hydrolytique a été évaporée dans le vide à l'état d'extrait sec, dont le poids correspond à peu près à celui du rhamnose indiqué par le titrage. On a trouvé, en moyenne, 26,14 pour 100 [1]; s'il n'y avait que du rhamnose, on aurait trouvé 23,94 pour 100, évalué en $C^6H^{12}O^5, H^2O$; l'excédent de poids provient de la résine plus ou moins oxydée et primitivement solubilisée par la baryte; de fait on trouve 0,6 pour 100 de Ba dans l'extrait sec.

» En reprenant par l'eau cet extrait sec, on obtient assez facilement la cristallisation de la presque totalité du rhamnose, les $\frac{8}{10}$ environ, souvent en cristaux volumineux et très nets. Les constantes cristallographiques en ont été obligeamment déterminées par M. Wyrouboff.

» Les cristaux sont clinorhombiques, quasi quadratiques; on a, en effet, les faces $p(001)$, $h^1(100)$, $m(110)$, $a^1(\bar{1}01)$ et $e^1(011)$ avec les angles $ph^1(001\,100)\,94°40'$, $mm(\bar{1}10\,110)\,90°40'$, $e^1e^1(0\bar{1}1\,011)\,100°24'$, $a^1h^1(\bar{1}01\,100)\,127°$. Il y a deux clivages faciles h^1 et a^1.

» Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie, et la bissectrice aiguë négative fait, avec l'axe vertical, un angle d'environ 82° dans l'angle aigu γ, $2E = 96°24'$. Dispersion faible $\rho > v$.

» L'identification de la substance n'est donc pas douteuse, car ce sont bien là, à quelques minutes près, les constantes cristallographiques données par M. Vrba [*Sitzb. der Wien. Ac.*, 80 (I), p. 7] pour l'isodulcite (ou rhamnose hydraté). La forme des cristaux est, d'ailleurs, identiquement la même et présente les divers types signalés par M. Vrba. »

---

(1) Trouvé : 24,96; 26,65; 26,75; 26,20 pour 100.

» Les propriétés chimiques et les constantes physiques de ce rhamnose sont identiques à celles du rhamnose pur : point de fusion, 92°-93°; eau de cristallisation, 10,2 pour 100, éliminée à 100°; pouvoir rotatoire $(\alpha)D = +8°,75 [(\alpha)d = +1°3'$ pour $l = 0^{m},20$; $p = 0,9$; $v = 15^{cc}$; $t = +17°]$. D'après Tollens, pour le rhamnose, $(\alpha)D = +8°,60$ à 17°. L'osazone possède l'apparence cristalline, le point de fusion et la solubilité dans l'acétone, de la rhamnosazone pure.

» La résine, qui constitue le principal produit de dédoublement de l'ouabaïne [1], n'a pu être obtenue cristallisée; elle se dissout facilement, surtout à chaud, dans l'alcool concentré, dans l'alcool méthylique, dans l'éther et dans les lessives alcalines. Elle se déshydrate difficilement, et, pour l'obtenir anhydre, il faut la chauffer au-dessus de son point de fusion 130°-135° et à l'abri de l'air; car, à chaud, elle s'oxyde rapidement.

» Desséchée dans un courant de gaz CO^2 sec, à 135°, elle présente la composition élémentaire suivante :

	Trouvé en moyenne.	Calculé pour $C^{24}H^{28}O^4$.
Carbone	75,88	75,79
Hydrogène	7,36	7,37
Oxygène	16,76	16,84
	100,00	100,00

» La même résine, séchée à l'air à 135°, est un produit oxydé présentant la composition :

Carbone	71,50	71,82
Hydrogène	6,83	7,00
Oxygène	21,67	21,18
	100,00	100,00

» Le dédoublement de l'ouabaïne doit donc s'interpréter ainsi :

$$C^{30}H^{46}O^{12} + H^2O = C^6H^{12}O^5 + C^{24}H^{36}O^8.$$

» Mais le corps $C^{24}H^{36}O^8$ ne peut être obtenu sous un poids constant que complètement déshydraté avec une perte de 4 molécules d'eau :

$$C^{24}H^{36}O^8 - 4H^2O = C^{24}H^{28}O^4.$$

[1] Il ne se produit, pendant l'hydrolyse, ni alcool, ni acide volatil, ainsi que cela a été constaté avec soin.

» Les proportions trouvées des différents corps de dédoublement s'accordent parfaitement avec l'équation ci-dessus :

	Trouvé.	Calculé.
Rhamnose anhydre.........	27,20	27,42
Résine anhydre............	60 à 61	63,54

» A cette quantité de résine recueillie directement il faut ajouter environ 2 pour 100 de cette matière restée en dissolution et qui s'altère pendant les manipulations.

» L'hydrolyse effectuée à froid donne des produits résineux différents que nous étudierons ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique*. Note de M. V. THOMAS [1], présentée par M. Friedel.

« Beaucoup de chimistes se sont occupés de l'action exercée par le perchlorure de fer sur les composés aromatiques. De nombreuses synthèses, réalisées d'après la belle méthode de MM. Friedel et Crafts, ont été tentées en substituant au chlorure d'aluminium le composé correspondant du fer, et ces tentatives ont, pour la plupart, été couronnées de succès.

» Mais l'existence de deux séries de composés bien définis du fer (protosels et persels) communique à ce métal une allure particulière et permet à certains de ses composés, au chlorure par exemple, quelques réactions dont on ne saurait trouver d'analogie avec l'aluminium. Parmi ces réactions, une paraît tout à fait générale, qui cependant a passé inaperçue jusqu'à ce jour, c'est la facilité avec laquelle le chlorure ferrique abandonne une partie de son chlore lorsqu'on le met en présence des carbures aromatiques.

» La chloruration du benzène au moyen d'un courant de chlore, en présence d'une petite quantité de corps appropriés tels que iode et chlorures métalliques, a été l'objet de nombreux travaux, devenus aujourd'hui classiques. M. Page, en particulier, a consacré un long article à ce sujet dans les *Annales de Liebig* [2].

» D'expériences mentionnées dans ce Mémoire il semble ressortir nettement que le rôle du chlorure ferrique lors de la chloruration du benzène

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences.
(2) *A.*, t. 225, p. 200.

par un courant de chlore, est analogue au rôle joué dans des circonstances analogues par le chlorure d'aluminium.

» En chauffant en tube scellé du chlorure ferrique avec de la benzine, M. Page n'a pu, en effet, opérer la réduction du chlorure ferrique et a dû par suite, pour expliquer les phénomènes, rejeter l'hypothèse par laquelle on explique la chloruration du benzène en présence des chlorures d'antimoine, de molybdène, etc.

» Cette réduction du chlorure ferrique par le benzène ne saurait cependant être mise en doute. Elle commence dès la température ordinaire. Si, à froid, la mise en liberté d'acide chlorhydrique est très faible, la réduction est beaucoup plus rapide dès que l'on élève la température, et à 80°, à l'ébullition du benzène, la réaction est extrêmement énergique. En même temps que le benzène est attaqué, la masse charbonne abondamment. Si, lorsque tout dégagement gazeux a cessé, on épuise le résidu par le benzène bouillant et qu'on distille, on peut constater qu'il passe, entre 130° et 134°, un liquide incolore qui n'est autre que le monochlorobenzène.

» Là ne s'arrête pas l'action chlorurante du chlorure ferrique. En opérant sur le chlorure de phényle comme sur le benzène, on observe les mêmes phénomènes, et le résultat de l'opération est du dichlorobenzène. Toutefois, l'action du chlorure ferrique sur le chlorure de phényle ne donne pas naissance à un dépôt de charbon, ce qui améliore sensiblement les rendements. En prenant comme point de départ les benzènes plus ou moins chlorés (mono, di, tri, etc.), on peut obtenir toute la série des chlorobenzènes jusqu'à l'hexachlorure. Le Tableau suivant indiquera quels sont les composés que j'ai pu caractériser. D'autres, isomères, peuvent sans doute prendre naissance, mais ils se forment en quantité si petite que je ne suis pas arrivé à les séparer.

	Point de fusion		Point d'ébullition		Poids moléculaire	
	trouvé.	Théorie.	trouvé.	Théorie.	trouvé.	calculé.
C^6H^6		»	»	»	»	»
C^6H^5Cl	»	»	131°-133°	132°	110°	112°,5
$C^6H^4Cl^2$-1.4	sub. 53°	sub. 53°	172°	172	150	147
$C^6H^3Cl^3$-1.2.4	15°	13°-16°	212	213	185	181,5
$C^6H^2Cl^4$-1.2.4.5	138	138	246	246	210	216
C^6HCl^5	86	86	277	277	254	250,5
C^6Cl^6	226	226	326	326	280	285

» Un quelconque de ces composés peut s'obtenir par l'action du chlo-

rure ferrique sur un des chlorobenzènes situés au-dessus de lui dans la série. En général, il se forme non pas un seul composé, mais plusieurs. Ainsi le dichlorobenzène donne naissance à des benzènes tri et tétrachlorés, même lorsque le dichlorobenzène est en excès. Avec un excès de chlorure ferrique, il est bien évident qu'on peut obtenir jusqu'à l'hexachlorobenzène, quel que soit le point de départ.

» Un cas où ce procédé de chloruration paraît devoir donner des résultats intéressants est celui de l'attaque des dérivés bromés du benzène par le chlorure ferrique. Je veux ici seulement indiquer les résultats obtenus avec le bromure de phényle, me réservant de revenir sur ce sujet dans une prochaine Note.

» Si, sur du bromure de phényle, on fait réagir le chlorure de fer Fe^2Cl^6 en proportions convenables (poids égaux des deux corps) on observe, à température peu élevée, un dégagement très régulier d'acide chlorhydrique. La réaction terminée, en épuisant le résidu par du benzène bouillant et soumettant celui-ci à la distillation, on recueille, vers 195°, un produit liquide cristallisant par refroidissement et qui, purifié convenablement par des cristallisations dans l'éther, a donné comme grandeur moléculaire 189. Son point de fusion est 67°, son point d'ébullition 196°. Comme l'analyse a montré qu'il contenait un atome de brome pour un atome de chlore, ce composé correspond, par suite, à la formule C^6H^4ClBr et représente le dérivé para déjà signalé par Kriess et Körner. Il est vraisemblable que, en substituant au bromure de phényle d'autres dérivés bromés, on obtiendrait toute une série de chlorobromures, qui ne sont en général que peu ou pas connus.

» *Chloruration dans la série du toluène.* — Comme le benzène, comme la plupart des carbures que j'ai essayés, le toluène se chlore facilement par l'action du chlorure ferrique. On arrive, en opérant comme avec le benzène, à séparer par distillation un liquide bouillant entre 156°-161°, correspondant à la formule brute $C^6H^4\begin{cases}CH^3\\Cl\end{cases}$ et qui représente peut-être un mélange des trois isomères, ceux-ci offrant les points d'ébullition suivants :

$C^6H^4\begin{cases}CH^3_1\\Cl_2\end{cases}$ .... 157°

$C^6H^4\begin{cases}CH^3_1\\Cl_3\end{cases}$ 156

$C^6H^4\begin{cases}CH^3_1\\Cl_4\end{cases}$ 160,5

» Celui-ci est susceptible de se chlorer à son tour pour donner naissance à des produits plus riches en chlore.

» Je veux seulement attirer ici l'attention sur ce fait, que la chloruration porte sur le noyau benzénique et non sur le groupe gras. Il ne se forme pas de chlorure de benzyle dans l'attaque du toluène, et, si l'on cherche, à l'aide du chlorure ferrique, à chlorer ce chlorure de benzyle, le chlorure métallique perd de suite son rôle chlorurant pour réagir à la façon du chlorure d'aluminium. Dès la température ordinaire, en effet, il se produit, en même temps qu'un dégagement violent d'acide chlorhydrique, une substance résineuse, plus ou moins noirâtre, analogue à la résine obtenue par M. Friedel dans la réaction du chlorure d'aluminium sur le chlorure C^6H^5, CH^2Cl et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH^2)^x$. Elle s'en éloigne cependant par sa solubilité dans le benzène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diéthers phosphoriques.* Note de M. J. CAVALIER [1], présentée par M. Troost.

« J'ai étudié la nature de la fonction acide des diéthers de l'acide phosphorique PO^4R^2H; R désignant l'un des trois radicaux, méthyle, éthyle et allyle.

» J'ai indiqué précédemment [2] la préparation et l'action sur les réactifs colorés de l'acide diallylphosphorique $PO^4(C^3H^5)^2H$.

» L'acide diméthylphosphorique $PO^4(CH^3)^2H$ et l'acide diéthylphosphorique $PO^4(C^2H^5)^2H$ ont été obtenus en même temps que les acides monoalcooliques dans l'action de l'anhydride phosphorique sur l'alcool correspondant. Leur sel de baryum est très soluble et cristallise difficilement; on le transforme en sel de plomb, facile à purifier par cristallisation. Celui-ci, traité par H^2S, donne l'acide en solution qu'il faut éviter de chauffer.

» Les dissolutions de ces trois corps sont acides au méthylorange et, par suite, à la phtaléine. La neutralité est obtenue en même temps pour ces deux réactifs colorés par l'addition d'une molécule de soude ou de potasse.

» Les virages sont nets et permettent le titrage avec l'un quelconque des deux réactifs; on peut employer la baryte ou la soude.

---

(1) Travail fait à la Faculté des Sciences de Rennes.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 91; 1897.

» Vis-à-vis des réactifs colorés, les acides PO^4R^2H se comportent donc comme des acides forts. Il en est de même au point de vue calorimétrique.

» En employant les concentrations habituelles pour les acides et les bases, les chaleurs de neutralisation en solution sont les suivantes :

	$PO^4(CH^3)^2H$.	$PO^4(C^2H^5)^2H$.	$PO^4(C^3H^5)^2H$ [1].
	Cal	Cal	Cal
NaOH....................	15,58	16,35	15,12
KOH....................		16,57	
$\frac{1}{2}$ $Ba(OH)^2$..............	15,91	16,76	15,58

» Ces nombres sont voisins de ceux donnés par l'addition de la première molécule de base à une molécule d'acide monoalcoolique PO^4RH^2; ils sont nettement supérieurs à ceux donnés par la deuxième molécule de base sur ce même acide.

» J'ai montré que, lorsqu'on passe de l'acide phosphorique PO^4H^3 à son monoéther PO^4RH^2, c'est l'acidité la plus faible qui disparaît.

» Les résultats précédents montrent qu'il en est encore ainsi lorsque l'on introduit dans la molécule un nouveau radical R, lorsque l'on passe de PO^4RH^2 à l'acide dialcoolique PO^4R^2H. La fonction acide qui persiste est comparable à la plus énergique des fonctions acides de l'acide monoalcoolique et de l'acide phosphorique.

» L'acide glycérophosphorique se comporte comme l'acide monoéthylphosphorique; il est très probable que l'acide diglycérophosphorique se comportera comme les trois diéthers précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les phosphoglycérates acides.* Note de MM. **Adrian** et **Trillat**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les phosphoglycérates acides, dont la constitution et les propriétés n'ont pas encore été étudiées, peuvent être préparés à l'état pur de deux manières :

» 1° En décomposant les sels neutres correspondants par l'acide sulfu-

---

(1) La concentration de l'acide diallylphosphorique était moitié de la concentration habituelle [soit $PO^4(C^3H^5)^2H = 4^{lit}$], ce qui a probablement pour effet de diminuer un peu les chaleurs de neutralisation.

rique en quantité théorique, en présence de l'hélianthine comme indicateur :

$$(1)\quad \mathrm{PhO}\begin{array}{l}\diagup \mathrm{OC^3H^5(OH)^2} \\ -\mathrm{O} \\ \diagdown \mathrm{O}\end{array}\mathrm{Ba} + \mathrm{H^2SO^4} = \mathrm{PhO}\begin{array}{l}\mathrm{OC^3H^5(OH)^2} \\ \mathrm{OH} \\ \mathrm{O}\end{array}\ \mathrm{Ba}\ \begin{array}{r}\mathrm{(OH)^2C^3H^5O} \\ \mathrm{OH} \\ \mathrm{O}\end{array}\mathrm{PhO} + \mathrm{BaSO^4};$$

» 2° Par double décomposition entre le sel acide de baryum et un sulfate soluble :

$$(2)\quad \left[\mathrm{PhO}\begin{array}{l}\diagup \mathrm{OC^3H^5(OH)^2} \\ -\mathrm{OH} \\ \diagdown \mathrm{O}\end{array}\right]^2 \mathrm{Ba} + \mathrm{SO^4Mg} = \left[\mathrm{PhO}\begin{array}{l}\diagup \mathrm{OC^3H^5(OH)^2} \\ -\mathrm{OH} \\ \diagdown \mathrm{O}\end{array}\right]^2 \mathrm{Mg} + \mathrm{BaSO^4}.$$

» Voici, à titre d'exemple, la description de la préparation des phosphoglycérates acides de baryum et de zinc.

» *Phosphoglycérate acide de baryum.* — On dissout 15^{gr} de sel neutre de baryum dans 1^{lit} d'eau froide et l'on ajoute quelques gouttes d'une solution d'hélianthine. On laisse couler dans le liquide, en ayant soin d'agiter, la quantité théorique d'acide sulfurique normal : la limite de la réaction est indiquée par le virage de l'indicateur. A ce moment, on ajoute une petite quantité d'alumine fraîchement précipitée et l'on chauffe cinq à dix minutes à l'ébullition pour agglomérer le sulfate de baryte. On filtre et l'on précipite le liquide clair refroidi par 4^{lit} d'alcool à 95°. On obtient une masse gélatineuse que l'on redissout dans une très petite quantité d'eau et qui est de nouveau précipitée par l'alcool. Le produit est finalement séché à 120°.

» *Phosphoglycérate acide de zinc.* — On dissout 15^{gr} de sel neutre de baryum dans 500^{cc} d'eau froide, puis on ajoute la quantité nécessaire d'acide sulfurique pour provoquer le virage de l'hélianthine. On additionne le liquide de la quantité théorique de sulfate de zinc, d'après la seconde équation ci-dessus. Le sulfate de zinc est dissous dans de l'eau froide et ajouté goutte à goutte : on continue jusqu'à ce qu'une prise d'essai, après ébullition et filtrage, commence à précipiter par le chlorure de baryum. On termine comme dans l'opération précédente.

» L'analyse de quelques phosphoglycérates acides a donné les résultats suivants :

» *Sel acide de baryum* $\left[\mathrm{PhO}\begin{array}{l}\diagup \mathrm{OC^3H^5(OH)^2} \\ -\mathrm{OH} \\ \diagdown \mathrm{O}\end{array}\right]^2 \mathrm{Ba}.$

	Calculé.	Trouvé.
$\mathrm{Ph^2O^5}$	28,6	29,01
Ba	29,6	28,81

» *Sel acide de zinc* $\left[PhO\begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ -OH \\ O \end{matrix} \right]^2 Zn.$

	Calculé.	Trouvé.
Ph^2O^5	34.9	34.20
Zn	15.9	16.70

» Nous avons préparé d'une manière analogue les phosphoglycérates acides de chaux, de magnésie, de cuivre, de strontiane, etc. Ils sont anhydres à 120°.

» Les phosphoglycérates de soude et de potasse retiennent de l'humidité, qu'il est impossible d'enlever.

» *Propriétés des phosphoglycérates acides.* — Les phosphoglycérates acides se distinguent immédiatement des sels neutres par leur grande solubilité dans l'eau. C'est ainsi que le phosphoglycérate acide de baryum est soluble dans la proportion de 40 pour 100. Contrairement aux sels neutres, les sels acides sont difficilement précipitables de leurs solutions par l'alcool, qui, à 50°, en dissout encore de notables proportions. Le précipité obtenu par l'alcool a l'apparence d'une masse gélatineuse transparente. Les solutions aqueuses des phosphoglycérates acides sont moins facilement précipitables par la chaleur que dans le cas des glycérophosphates neutres. Ils ne cristallisent pas : desséchés dans le vide, ils se présentent sous forme d'une masse vitreuse blanche (bleue dans le cas du sel de cuivre) qui ne s'altère pas à 100°. Par contre, leurs solutions aqueuses sont décomposables à l'ébullition : il se forme de l'acide phosphorique libre et de la glycérine d'après la réaction

$$(3)\quad PhO\begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ -OH \\ O\text{———} \end{matrix}M\begin{matrix} (OH)^2C^3H^5O \\ \text{———}HO-PhO \\ O \end{matrix} + H^2O = PhO\begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ O \\ O \end{matrix}\!\!>M'' + PhO^4H^3 + C^3H^5(OH)^3.$$

» Selon que les sels acides sont en présence d'un sel neutre ou d'une base, ils se comportent différemment : avec un sel neutre soluble, on obtient le sel acide correspondant selon l'équation déjà donnée; avec une base, au contraire, il se forme un phosphoglycérate neutre d'après l'équation

$$(4)\quad \left[PhO\begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ -OH \\ O \end{matrix} \right]^2 M'' + 2KOH = PhO\begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ -O \\ O \end{matrix}\!\!>M'' + PhO\begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ OK \\ OK \end{matrix} + H^2O.$$

» *Dosage.* — Les phosphoglycérates acides peuvent être dosés d'une

manière analogue à celle que nous avons indiquée pour les sels neutres dans notre étude sur les glycérophosphates ([1]). 1^{gr} de sel acide est dissous dans 100^{cc} d'eau distillée : on dose l'acidité au moyen d'une solution normale de potasse en se servant de l'hélianthine ou de la phtaléine comme indicateur. L'équation (4) permet de calculer la richesse de la solution.

» *Phosphoglycérates organiques.* — Nous avons déjà montré que l'acide phosphoglycérique est un produit peu stable, régénérant, par simple concentration dans le vide, son acide phosphorique ([2]).

» D'après la formule (4) développée ci-dessus, on voit que l'on peut employer les phosphoglycérates acides au lieu de l'acide phosphoglycérique pour la préparation des sels neutres organiques. Il suffit, pour arriver à ce résultat, d'agiter la solution aqueuse d'un phosphoglycérate acide avec la solution éthérée de la base organique jusqu'à neutralisation de l'acidité. Cette méthode nous a permis d'obtenir les dérivés de la pyridine, de l'aniline, de la phénylhydrazine, de la quinine et de la cocaïne. Nous donnerons ultérieurement la composition et les propriétés de ces sels organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saccharification de l'amidon par l'amylase du malt.* Note de M. **Henri Pottevin**.

« La théorie actuelle de la saccharification, qui explique la transformation de l'amidon en dextrine et maltose par une série d'hydratations et de dédoublements successifs, est en contradiction avec des expériences de Brown et Héron qui ont trouvé, pour toutes les dextrines, des poids moléculaires égaux, même composition centésimale, même pouvoir rotatoire, même pouvoir réducteur, qui est nul. Leurs caractères différentiels pourraient s'expliquer, d'après M. Duclaux, par des différences d'état physique.

» J'ai recueilli un certain nombre de faits qui semblent confirmer cette explication.

» Si l'on maintient de l'extrait de malt à 79°-80°, son pouvoir diastasique s'affaiblit peu à peu et, au bout de quinze à vingt minutes, il a perdu la propriété de donner du maltose, tout en conservant celle de liquéfier rapidement l'empois et d'amener, par une action prolongée, la majeure partie de l'amidon à l'état de dextrine; on peut, en employant la diastase ainsi chauffée, obtenir, à toute température, la transformation de l'amidon en dextrine sans qu'il se produise en même temps de sucre réducteur.

([1]) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, nos 10 et 11, 1897.

([2]) *Ibid.*, n° 5, 1898.

» Je me suis servi pour mes expériences d'empois préparé en gélifiant 10^{gr} de fécule dans 1^{lit} d'eau. La fécule était précipitée dans l'eau, préalablement portée à 90°; la masse, maintenue à 90° pendant une demi-heure, était ensuite chauffée, pendant un temps égal à 120°, à l'autoclave; l'empois ainsi obtenu est légèrement opalescent, mais suffisamment limpide pour être observé sans peine au polarimètre dans un tube de $0^m,2$.

» 2^{lit} d'un tel empois, donnant pour la lumière jaune une rotation $2D = 3°38'$, ont reçu 30^{cc} d'extrait de malt chauffé; le mélange a été abandonné douze heures à la température de 60°, refroidi, filtré, ramené au volume primitif; la rotation observée, abstraction faite de la correction due à l'extrait de malt, a été $2D = 3°38'$. Le pouvoir rotatoire de la substance en suspension dans l'eau n'a pas changé : il n'y a donc pas eu production de maltose.

» Le poids de substance dissoute, évalué d'après la densité et en adoptant le diviseur 3,86, conduit à un pouvoir rotatoire $\alpha_j = 197°,6$.

» *Action de l'iode.* — L'empois et le liquide obtenu en le traitant par la diastase chauffée, et arrêtant l'opération dès que la masse est fluidifiée (liq. B), donnent avec l'iode une coloration bleu pur, quelle que soit la dilution; quand l'iode est ajouté en excès, la teinte se fonce mais en restant toujours dans le bleu, sans mélange de violet ni de rouge.

» Avec le liquide résultant de l'action prolongée de la diastase chauffée, tel que nous l'avons obtenu précédemment (liq. A), une petite quantité d'iode donne un bleu violacé qui, par un excès de réactif, passe au rouge brun; le changement de teinte est plus facile à saisir si l'on opère sur le liquide dilué au $\frac{1}{10}$.

» Le chlorure de sodium, à la dose de 1 pour 100 dans l'empois ou le liquide B iodés, précipite le composé bleu; ajouté même en excès dans le liquide A iodé, il ne détermine aucune précipitation.

» *Précipitation par l'alcool.* — Dans le liquide B, l'alcool, quand il est arrivé au titre de 50 pour 100, précipite la totalité de la matière primitivement dissoute; avec le liquide A, la précipitation n'est complète que pour 80 pour 100 d'alcool.

» Le liquide A, concentré jusques à contenir 10 pour 100 de matière dissoute, est additionné d'alcool; quand le mélange en contient 63 pour 100, on sépare par filtration le précipité formé (a). Au liquide filtré, on ajoute de nouvel alcool; quand la teneur atteint 70 pour 100, on sépare un second précipité (b).

» Les précipités a et b sont dissous dans l'eau, la liqueur mère est concentrée pour chasser l'alcool (c). Les solutions a et b ne contiennent pas de sucre, c en contient une certaine quantité qui représente exactement celle apportée par l'extrait de malt.

» Les poids de matière dissoute provenant de l'amidon sont respectivement :

Dans la liqueur	a	10,6
»	b	2,7
»	c	2,9

» 10^{cc} de chacune de ces trois solutions diluées à 1 pour 100 sont essayés à l'iode; ils donnent :

a, bleu par très peu d'iode, violet brun par un excès;

b, par des doses croissantes d'iode, une teinte d'abord rouge clair, puis rouge brun foncé.

c, la même teinte que l'iode ajouté en quantité égale dans l'eau pure.

» Nous avons donc obtenu la production d'érythrodextrines et d'achroodextrines, sans qu'il y ait eu formation simultanée de maltose.

» 50^{cc} de chacune des solutions *a*, *b*, *c* ramenées à 3 pour 100 de matière dissoute ont été traités pendant quatre heures à 63° par 2^{cc} d'extrait de malt (non chauffé). Les quantités de maltose formées pour 100 de dextrine mise en œuvre ont été :

a	71
b	82
c	95

» Il résulte de là que les portions de l'empois qui se transforment le plus facilement en dextrine sont aussi celles qui donnent le plus facilement du maltose. L'expérience suivante montre qu'elles correspondent aux parties de l'amidon qui se laissent le plus facilement dissoudre lorsqu'on fait agir la diastase sur les granules non gélatinisés.

» L'amidon de froment, traité à 63° par l'extrait de malt, est partiellement dissous; en décantant plusieurs fois le liquide et procédant à de nouvelles digestions, on peut arriver à un résidu qui représente seulement 8 à 10 pour 100 de l'amidon primitif et qui est formé, comme on sait, de ses couches extérieures.

» Deux empois préparés, l'un avec l'amidon entier, l'autre avec la même quantité d'amidon résiduel, et traités dans des conditions identiques par la diastase, ont donné :

	Maltose pour 100 de matière dissoute.
Amidon entier................................	75
Amidon résiduel (10 pour 100 de l'amidon primitif)...	44

» Les conclusions qui me paraissent se dégager de ces expériences sont :

» 1° La transformation de l'amidon en maltose est le résultat de deux opérations distinctes : l'amidon donne d'abord de la dextrine qui donne à son tour du maltose.

» 2° Il n'existe entre les diverses dextrines que des différences d'état physique.

» 3° La gélatinisation atténue les différences qui existent naturellement entre les diverses parties du granule d'amidon, mais ne les fait pas dispa-

raître : les portions les plus fortement agrégées du granule donnent un empois plus difficile à dextriniser et une dextrine plus difficile à convertir en maltose.

» Quand on traite l'empois par la diastase, les transformations marchent avec une inégale rapidité pour les diverses parties de la masse ; certaines sont à l'état de maltose alors que d'autres sont encore à l'état de dextrine, d'autres même sont à peu près intactes : ces notions rendent compte des principales particularités de la saccharification, sans qu'il soit nécessaire de recourir aux explications compliquées données jusqu'ici à ce phénomène. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Pigments hépatiques chez les Vertébrés*. Note de **MM. A. Dastre** et **N. Floresco**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Le foie offre chez tous les animaux le caractère d'être coloré. Chez les Vertébrés, les Mollusques et les Crustacés, c'est-à-dire partout où il constitue un organe bien délimité, il est coloré de la même façon, du jaune au brun ou du vert au brun. Chez les Vertébrés, les substances qui colorent le tissu du foie (*pigments hépatiques*) sont tout à fait distinctes de celles qui colorent la bile, sécrétion de l'organe (pigments biliaires). Il n'en est pas de même chez les Invertébrés, ainsi que nous le verrons.

» La couleur du foie en place résulte du mélange de la teinte propre du tissu hépatique avec la teinte du sang qui l'imprègne abondamment. On se débarrasse de cet élément étranger en lavant le foie par une injection de solution physiologique ($NaCl$, 7-9 pour 1000 d'eau) poussée par les vaisseaux. L'organe prend alors une teinte fauve.

» Celle-ci est due à des pigments qui se répartissent en deux catégories que l'on distingue de prime abord par leur solubilité, à savoir : A, les *pigments aqueux*, dont le principal est la *ferrine;* B, le *pigment chloroformique*.

» Ces corps ne peuvent être obtenus directement; le tissu hépatique frais, même très divisé, abandonne peu de chose à l'eau pure et moins encore à l'alcool ou au chloroforme. Il faut donc user d'artifice.

» L'artifice auquel nous avons eu recours, pour libérer les matières colorantes du contenu cellulaire où elles sont incorporées, consiste à soumettre le tissu du foie à la digestion papaïnique en milieu neutre; on solubilise ainsi les albuminoïdes cellulaires avec le minimum d'altération.

» Comme résultat, on obtient une *liqueur jaune rouge* et un *dépôt insoluble, gris cendré,* qui, séparé et desséché à l'air, devient brun rouge et fournit avec le chloroforme une liqueur jaune rouge.

» On a ainsi deux pigments. Ils sont distincts : le pigment aqueux, en effet, est insoluble dans l'alcool et le chloroforme; le pigment chloroformique évaporé est insoluble dans l'eau. De plus, l'un et l'autre sont alors sinon à l'état même où ils existent dans le foie, au moins dans un état très voisin. En ce qui concerne le pigment chloroformique, on obtient, en effet, un produit identique en variant le procédé de préparation, c'est-à-dire en traitant par le chloroforme soit la poudre de foie séché, soit le résidu de la digestion papaïnique, soit le résidu de la digestion gastrique. Pour le pigment aqueux, on obtient un produit très voisin de celui de la digestion papaïnique, par macération dans l'eau, très légèrement alcalinisée, de la poudre de foie séché. Ces produits, très voisins l'un de l'autre, le sont évidemment du pigment hépatique naturel.

» A. On peut s'assurer, en comparant les résultats de la digestion papaïnique, de la digestion gastrique et de la macération alcaline du tissu du foie, que le pigment aqueux est un mélange de deux parties : une partie principale, constituée par un composé ferrugineux nouveau que nous appelons *ferrine,* et une partie accessoire formée de *nucléo-albuminoïdes ferrugineux* connus.

» Ces pigments sont solubles dans l'eau légèrement alcalinisée par le carbonate de soude, et dans la liqueur neutre de la digestion papaïnique. Ils sont insolubles dans l'alcool et le chloroforme. Leur couleur varie dans la gamme du jaune au rouge, suivant la concentration. Ils sont retenus par le charbon animal sur lequel on les filtre.

» Ils sont toujours ferrugineux. L'analyse nous a montré qu'ils contiennent à peu près tout le fer du foie.

» La *ferrine* s'obtient intégralement par la digestion papaïnique du foie frais. C'est un composé organo-métallique très voisin de la *ferratine* de Marfori et Schmiedeberg, mais s'en distinguant en ce que le fer y est moins dissimulé que dans celle-ci. Les réactions avec le ferrocyanure de potassium et le sulfhydrate d'ammoniaque sont plus rapides à s'y produire. La ferrine est une combinaison encore plus voisine que la ferratine de la *forme saline ou minérale* du fer; elle contient de l'hydrate ferrique combiné à un albuminoïde ayant les caractères des protéoses. Elle est plus facilement soluble dans les acides que la ferratine; elle s'en distingue encore en ce qu'elle décompose instantanément l'eau oxygénée et en ce que, lors-

qu'elle a été préalablement chauffée à l'ébullition, elle possède sur le sang un pouvoir anticoagulant remarquable.

» Examiné au spectroscope, le pigment aqueux ferrugineux donne un spectre continu, sans bandes d'absorption, qui s'éteint seulement aux deux extrémités rouge et violette. Ses trois traits distinctifs sont, en résumé : la *solubilité*, la *richesse en fer*, le *spectre continu*.

» B. Le second pigment est soluble dans le chloroforme, moins soluble dans l'alcool; il est peu soluble dans l'éther, insoluble dans l'eau. Il est intermédiaire, par ses caractères, aux lipochromes et aux pigments biliaires. Nous l'avons nommé *choléchrome*. Sa couleur est jaune rouge comme celle des lipochromes; son spectre d'absorption est de même sans bandes. Son peu de solubilité dans l'éther le rapproche des pigments biliaires. Les procédés d'oxydation et de déshydratation le poussent au rouge et non point vers le bleu ou le vert; les procédés de réduction le ramènent à l'état initial.

» Les deux catégories de pigments, très différentes à tous égards, qui donnent au foie des Vertébrés sa teinte n'ont donc en commun que le caractère de la couleur (gamme jaune rouge dans les deux cas) et l'analogie des spectres d'absorption, sans bandes et présentant seulement deux plages sombres vers les deux extrémités, particulièrement vers le rouge. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les ferments des maladies des vins.* Note de M. J. Laborde, présentée par M. Duclaux.

« Depuis longtemps je m'occupe de cultiver les ferments de différentes maladies du vin pour étudier de près leur action sur les éléments de ce liquide. Comme cette étude est très complexe et par conséquent fort longue, je suis loin de l'avoir terminée; mais les résultats publiés récemment par MM. J. Bordas, Joulin et Rackowski [1] sur le même sujet m'engagent à indiquer ceux que j'ai obtenus jusqu'à présent.

» Les vins sur lesquels j'ai opéré, au nombre d'une dizaine environ, provenant, en général, de diverses régions du sud-ouest de la France (un seul était originaire de l'Hérault), étaient des vins vieux plus ou moins altérés en bouteille, ou des vins jeunes et parfaitement sains. Les vins malades ont été caractérisés comme vins tournés (mildiousés) ou comme vins

[1] *Comptes rendus*, 21 février et 14 avril 1898.

amers par les méthodes qui résultent des travaux de MM. Pasteur, Duclaux, Gayon, etc.

» J'ai d'abord éliminé, par des cultures appropriées, les levures et les mycodermes qui se trouvent surtout dans les vins nouveaux, pour ne garder que les bactéries et filaments vivant dans la masse du vin, où l'air n'arrive qu'en très petite quantité.

» Les cultures de ces organismes ainsi sélectionnés m'ont servi pour obtenir des colonies sur plaques de gélatine dont le dissolvant nutritif, qui était le liquide des cultures précédentes, contenait un peu de sucre et tous les éléments du vin, afin d'éviter autant que possible l'intervention des germes étrangers à ce liquide.

» Les colonies formées sur une même plaque par les microbes d'une culture déterminée m'ont paru jusqu'à présent provenir toutes de germes identiques.

» Les colonies obtenues sur les différentes plaques n'ont jamais liquéfié la gélatine, et leur place dans la couche de cette gélatine, de 1^{cm} d'épaisseur, a permis de grouper les cultures en deux grandes catégories distinctes : 1° celles qui ont donné des colonies disséminées dans la masse entière de la gélatine; 2° celles dont les colonies étaient placées exclusivement à sa surface.

» Le premier groupe comprend des microbes plus particulièrement anaérobies, mais cette propriété est accentuée d'une manière variable; dans le second groupe entrent des aérobies plus ou moins facultatifs, jusque presque aux aérobies stricts. Les microbes des vins amers se sont tous classés dans ce dernier groupe, tandis que ceux des vins sains et tournés appartenaient indifféremment à l'un ou à l'autre groupe; le ferment mannitique de MM. Gayon et Dubourg, étudié en même temps, s'est classé dans le premier.

» Après avoir cultivé une colonie prise sur chaque plaque, j'ai commencé à étudier les propriétés de ces différents microbes en les plaçant dans les conditions de la cuve de vendange, où les germes que l'on trouve dans les vins ont fait, en général, leur premier développement. Ils ont été ensemencés, soit dans des moûts de raisin en pleine fermentation alcoolique, soit dans des vins conservés sucrés en arrêtant la fermentation par le chauffage, soit dans du moût de raisin dilué avec de l'eau de levure; dans ces derniers cas, l'air était chassé du milieu de culture et remplacé par de l'acide carbonique.

» Sauf le microbe d'un seul vin amer assez vieux, tous les autres se sont

multipliés abondamment dans ces conditions, quoique avec des activités variables, et l'un des plus actifs est le ferment mannitique.

» Dans le vin doux ou l'eau de levure sucrée, j'ai obtenu un dégagement gazeux régulier pendant plusieurs semaines, quelquefois assez abondant pour ressembler à celui d'une fermentation alcoolique sur le déclin; le gaz produit était de l'acide carbonique pur.

» Le sucre disparaissait, en quantité variant de 30gr à 50gr par litre, au bout de trois semaines au plus, à la température de 32°, et, dans tous les cas, le liquide contenait de la mannite et s'était enrichi en acidité fixe et volatile. L'acidité fixe était constituée surtout par de l'acide lactique, et l'acidité volatile par de l'acide acétique pur ou mélangé avec des traces d'acides supérieurs.

» Ces divers ferments, bien qu'ils aient été pris dans des vins ne contenant pas de mannite, sont donc capables de provoquer une fermentation mannitique du sucre, qui ne diffère essentiellement de celle que l'on connaît déjà que par le dégagement de CO^2. Mais ce dégagement existe aussi, très abondant, avec le ferment de MM. Gayon et Dubourg, si on le place, comme les autres, dans un milieu préalablement privé d'air et saturé d'acide carbonique; dans ces conditions, le dégagement gazeux paraît se produire au détriment de la quantité de mannite formée.

» Tous ces organismes, et le ferment mannitique lui-même, ne donnent plus de mannite lorsque la proportion de sucre descend au-dessous d'une certaine limite, par exemple lorsqu'un vin renferme 9gr de sucre par litre, composés de 4gr de glucose et 5gr de lévulose. Mais il se produit encore de l'acide carbonique et de l'acidité fixe ou volatile.

» Si ces ferments se développent en même temps que la levure dans le moût de raisin, leurs effets dépendent de leur activité et de l'activité de la levure; dans le cas où celle-ci est gênée par la température, souvent ceux-là prennent le dessus et agissent sur le sucre d'après la proportion dans laquelle il existe à ce moment dans le liquide. On obtient alors des vins qui ont tous les caractères des vins mannités, ou simplement ceux des vins à acidité volatile anormale mais non due à la piqûre. Lorsque, après la fin de la fermentation, les échanges gazeux entre l'air et le vin sont faciles, les microbes qui sont plus particulièrement anaérobies deviennent inactifs et se précipitent en laissant le vin limpide; les aérobies facultatifs, au contraire, continuent à le troubler, en restant en suspension, et arrivent même à se développer en surface, où ils deviennent des microbes acétifiants de l'alcool très énergiques.

» Je continuerai ultérieurement l'étude de ces organismes et j'essayerai, en particulier, de déterminer si ces êtres, qui ont des propriétés communes dans certains cas, sont absolument distincts, ou s'ils ne proviendraient pas d'un être unique qui aurait donné des races diverses, plus ou moins fixées, sous l'influence des conditions variables du milieu. »

ZOOLOGIE. — *Sur divers points de la morphologie externe des Aphroditiens* (¹).
Note de M. G. **Darboux** fils, présentée par M. Edmond Perrier.

« I. On sait que, parmi les Annélides errants, les Aphroditiens peuvent être caractérisés par ce fait qu'ils portent sur la face dorsale du corps des appendices mous, squammiformes, les élytres. De Blainville, constatant que, chez tous les Aphroditiens connus de son temps, les élytres alternaient régulièrement avec les cirres dorsaux, fut par là conduit à considérer que l'élytre n'était qu'un cirre dorsal modifié; ainsi se trouva créée la théorie qui veut que les élytres et les cirres dorsaux des Aphroditiens soient des organes homologues. Cette théorie, défendue par Ehlers et Claparède, est admise aujourd'hui par la plupart des auteurs, sans plus ample informé.

» J'ai été amené à rechercher les raisons invoquées à l'appui de cette opinion et n'en ai trouvé aucune qui fût sérieuse. Mes observations m'ont au contraire amené à la conclusion suivante: les élytres ne sont pas les homologues des cirres dorsaux. On a affaire là à deux séries d'organes qui s'excluent en général, mais qui n'ont entre elles aucun rapport d'homologie. J'indique ici rapidement les raisons de cette opinion.

» *a*. Chez tous les Aphroditiens, l'élytrophore a son homologue, dans les anneaux dépourvus d'élytre, sous forme d'une saillie dorsale. Ce n'est pas sur cette saillie *dorsale* que s'implante le cirre, dont l'insertion est nettement *parapodiale*. L'existence de cette saillie, parfois désignée sous le nom de *branchie*, a été constatée par les divers auteurs sur un certain nombre de formes. Elle est d'ailleurs générale, ainsi que j'ai pu m'en assurer.

» *b*. Chez les *Aphrodite*, on trouve sur cette saillie dorsale un organe rudimentaire, ressemblant à l'élytre telle que Hœcker l'a décrite, chez les larves d'Aphroditiens, au stade qu'il désigne sous le nom de *nectochæta*. Cet

(¹) Travail de la Station zoologique de Cette.

organe ne se retrouve pas sur les anneaux pourvus d'élytres. C'est évidemment un élytre avorté.

» *c*. Enfin, dans certains cas tératologiques, j'ai trouvé côte à côte, chez l'*Acholoë astericola* Clpd., un élytre et un cirre dorsal sur le même segment.

» II. J'ai dit déjà que certains auteurs désignaient sous le nom de *branchies* les saillies dorsales homologues de l'élytrophore. Il est fort probable, en effet, que c'est en ces points de la surface où le tégument est très aminci, et où un courant d'eau est sans cesse entretenu par le jeu des élytres, que se font les échanges respiratoires. Dans certains cas, même, chez l'*Acholoë astericola* Clpd., par exemple, la surface externe de ces saillies dorsales se couvre de cils vibratiles et il se constitue ainsi un véritable appareil respiratoire, connu depuis Claparède.

» Mais, en étudiant comparativement, au point de vue de leur morphologie externe, les Polynoïdiens (et plus spécialement les *Acholoë*) d'une part et les Sigalioniens d'autre part, on se trouve en présence d'une nouvelle difficulté. En effet, comme nous venons de le rappeler, les branchies d'*Acholoë* sont homologues de l'élytrophore. Elles ne sauraient donc être homologuées à la branchie des Sigalioniens. En effet, puisque chez ces derniers les branchies existent sur tous les segments et même sur ceux qui sont pourvus d'élytres, elles ne sont pas homologables aux élytrophores, ni, par suite, aux branchies des *Acholoë*. Nous avons donc là, à l'intérieur d'une même famille pourtant très naturelle, un exemple bien net d'organes analogues, mais non homologues. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nutrition azotée des plantes phanérogames à l'aide des amines, des sels d'ammoniums composés et des alcaloïdes* (¹). Note de M. L. Lutz, présentée par M. Guignard.

« L'étude de la nutrition des plantes à l'aide de substances azotées organiques et, en particulier, des alcalis naturels ou artificiels, n'a donné lieu, jusqu'ici, qu'à un petit nombre de recherches.

» G. Ville, le premier (²), constata que les végétaux pouvaient assimiler les chlorhydrates de méthylamine et d'éthylamine, mais il ne prit aucune précaution contre l'action, alors mal connue, des micro-organismes.

(¹) Travail fait au laboratoire de Botanique de l'École de Pharmacie de Paris.

(²) Ville, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 464.

Frank (¹) reconnut que la leucine, la tyrosine et les alcaloïdes sont inassimilables. Bokorny (²) vit des *Spirogyra* se développer dans un liquide nutritif renfermant du sulfate de triméthylamine.

» D'autre part, Réveil (³) croyait à la toxicité des alcaloïdes pour les plantes, même lorsqu'il s'agit de ceux qu'elles élaborent; mais les expériences de Cornevin (⁴) et de Heckel (⁵) semblent montrer que, dans certains cas, ces substances peuvent être résorbées par la plante et servir à sa nutrition.

» Les expériences qui font l'objet de cette Note ont été effectuées de la manière suivante :

» Sur un cristallisoir de grande dimension est disposée une cloche à douille munie, à la partie supérieure, de deux tubes présentant des renflements garnis de coton. L'un des tubes plonge jusqu'à la partie inférieure de la cloche et communique avec un propulseur d'air. Le cristallisoir renferme une solution de sublimé à $\frac{1}{2000}$ qui constitue une fermeture hydraulique. Tout l'appareil a été stérilisé au sublimé intérieurement.

» Dans la cloche, on dispose un cristallisoir paraffiné, émergeant de la solution de sublimé, et stérilisé à l'aide d'une solution de cette substance.

» Ce cristallisoir supporte un pot renfermant du sable lavé. Le pot et son contenu ont été calcinés au rouge et refroidis à l'abri de l'air.

» Les graines servant aux expériences proviennent toutes de la même plante. Elles ont été partagées en deux lots aussi semblables que possible. L'un a été analysé par la méthode de Dumas, l'autre planté dans le sable après stérilisation de dix minutes dans du sublimé à $\frac{1}{2000}$.

» L'ensemencement a été l'objet de précautions antiseptiques spéciales pour éviter aussi complètement que possible l'apport des poussières de l'air. L'opération a été faite dans une atmosphère saturée d'humidité et les mains de l'opérateur maintenues humides d'une solution de sublimé à $\frac{1}{300}$.

» Chaque culture a reçu un liquide nutritif composé d'après les formules suivantes :

» *a*. Solution mère :

» Biphosphate de potasse 2, chlorure de potassium 1, sulfate de chaux 2, sulfate de fer 2, sulfate de magnésie 2, sulfate de manganèse 0,40, eau distillée 400.

» *b*. Liquide nutritif :

» Solution mère 50^{cc}, chlorhydrate de l'amine employée 0^{gr},50 ou 1^{gr} suivant les cas.

» Cette solution a été stérilisée à l'autoclave à 120°, ainsi que l'eau distillée servant

(¹) Frank, *Landw. Jahrb.*, p. 421; 1888.

(²) Bokorny, *Biol. Centralbl.*, t. XVII, p. 1.

(³) Réveil, *Action des poisons sur les plantes*, Lyon; 1865.

(⁴) Cornevin, *Des plantes vénéneuses et des empoisonnements qu'elles produisent*; 1887.

(⁵) Heckel, *Comptes rendus*; 1890.

à l'arrosage. Du reste, grâce à la fermeture hydraulique des cloches à culture, l'air étant saturé d'humidité, l'évaporation de l'eau d'arrosage a été à peu près nulle, et il n'a jamais été nécessaire d'arroser de nouveau pendant la durée de l'expérience.

» Des garanties de pureté spéciales ont été prises pour les sels employés, et des analyses des sols après culture ont fait rejeter toutes les expériences qui avaient été le siège d'une fermentation ou d'un développement de micro-organismes dans le sol.

» Voici les principaux résultats de cette étude, qui a porté sur un grand nombre de composés :

» Les Phanérogames peuvent emprunter l'azote qui leur est nécessaire aux amines employées sous forme de sels, sans que ces substances aient subi une transformation préalable en sels ammoniacaux ou en nitrates.

» Pour que cette assimilation ait lieu, il faut que les amines proviennent de la substitution à l'hydrogène de radicaux dont la grandeur moléculaire soit peu élevée; c'est ainsi que les méthylamines ont été d'excellents aliments azotés, tandis que la benzylamine, la pyridine, la glycolamine, la bétaïne, etc., ont été reconnues inassimilables.

» Les amines phénoliques sont puissamment toxiques; les sels d'ammoniums composés et les alcaloïdes sont inassimilables directement.

» De plus, placées dans des milieux nutritifs contenant de l'azote sous forme d'une combinaison basique inassimilable, les plantes ont perdu une quantité notable de leur azote initial. Il convient d'observer que la végétation, dans ces cas, a été prolongée jusqu'à ce que les plantes fussent en plein dépérissement, sans cependant présenter d'altération extérieure, et en l'absence de tout micro-organisme. Il y a donc eu probablement, ici, des phénomènes d'autofermentation.

» Des expériences ont été instituées en vue de chercher sous quelle forme disparaît cet azote. L'appareil a été mis en communication avec un tube à boules de Liebig contenant du réactif de Nessler, et le sublimé formant fermeture remplacé par du mercure. L'examen du réactif de Nessler, suivi de l'analyse des plantes et du sol, a montré que l'azote disparaissait à l'état gazeux. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de quelques poisons sur le pouvoir antitoxique du sang.* Note de MM. **C.-J. Salomonsen** et **Th. Madsen**, présentée par M. Duclaux.

« Dans un Travail inséré en 1897 dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, nous avons cherché à prouver que l'explication la plus naturelle des phé-

nomènes observés durant l'immunisation active contre la diphtérie est d'admettre que, dans l'animal immunisé, il y a *production et destruction incessantes* de substance antitoxique, en même temps que, sous l'influence de la toxine, certaines cellules subissent une modification *durable* qui les a douées du pouvoir de sécréter la substance antitoxique. Et, à cet égard, notre théorie avait une double base, savoir : une série de mensurations continues, faites pendant assez longtemps, sur le pouvoir antitoxique du lait et du sang d'une jument, puis quelques observations de MM. Roux et Vaillard sur la reproduction, après saignée, chez les lapins, de l'antitoxine tétanique, observations restées d'ailleurs tout à fait isolées à cette époque.

» Dans ces circonstances, il était intéressant d'essayer si les poisons qui exercent une influence stimulante et dépressive sur une série de sécrétions normales de l'organisme auraient une influence analogue sur la nouvelle fonction sécrétoire présumée.

» Pour ces recherches, nous avons choisi l'*atropine* et la *pilocarpine*. Comme animaux d'expériences, nous avons employé des chevaux servant depuis assez longtemps à fournir le sérum, mais actuellement réformés en raison de la chute habituelle du pouvoir antitoxique (Salomonsen et Madsen, *Nordiskt medicinsk Arkiv Festband*; 1897, n° 9). Les mensurations furent faites d'après l'ancienne méthode d'Ehrlich, dont nous avions constaté la précision par une série d'observations comparatives.

» Atropine. — *Première expérience.* — Avec cette substance, nous n'avons fait qu'une expérience. Le cheval qui nous a servi fit preuve d'un parfait équilibre antitoxique à chacune des trois mensurations entreprises les 24, 26 et 31 mai; dans ces trois cas, le pouvoir antitoxique du sang était 30. Immédiatement après la mensuration du 31 mai, entre 1h et 3h, on injecta 70cgr d'atropine par doses de 10cgr, ce qui suscita les symptômes d'un empoisonnement très violent. On reprit les mensurations le 31, à 8h du soir, ainsi que les 1er et 2 juin, et, chaque fois, on constata que le pouvoir antitoxique du sang n'avait pas changé et restait à 30.

» *En dépit d'un empoisonnement par l'atropine, assez violent pour menacer la vie du cheval, il ne se produisit donc aucune baisse du pouvoir antitoxique du sang* durant les premiers jours qui suivirent l'injection.

» Pilocarpine. — *Deuxième expérience.* — On y employa le même cheval qui avait déjà servi pour l'expérience à l'atropine. Si, d'une part, le pouvoir antitoxique de son sang baissa peu de temps après la première expérience, il se maintint ensuite assez longtemps sans modification (voir Tableau I). L'expérience eut lieu le 14 juin, le cheval subissant alors, dans l'espace de deux heures, l'injection intraveineuse de 140cgr de pilocarpine par doses de 10cgr, opération que suivirent très promptement de graves symptômes d'intoxication.

» Voici le résultat des mensurations :

Date.	Heure.	Unités d'imm. par centimètre cube.	Remarques.
Juin 3 ...	»	25	
» 6 ...	»	25	
» 14 ...	1,30	25	
» 14 ...	1,37		Injecté 10^{cc} de pilocarpine
» 14 ...	2,17	30	Injecté en tout 40^{cc} de pilocarpine
» 14 ...	3,30		Injecté en tout 140^{cc} de pilocarpine
» 14 ...	4,10		
» 14 ...	7,15	30	Symptômes toxiques presque disparus
» 15 ...	»	20	

» *Troisième expérience.* — Elle fut faite sur le même cheval que les deux précédentes : on injecta 100^{cgr} de pilocarpine, mais le seul résultat fut de constater une hausse insignifiante du pouvoir antitoxique du sang, très inférieure à la modification marquée subie par le pouvoir antidiphtérique dans la deuxième expérience. Nous ne saurions décider si, dans cette expérience, les deux violentes intoxications antérieures ont rendu le résultat moins net que dans la deuxième expérience.

» *Quatrième expérience.* — On la fit sur un cheval chez lequel on constata, à l'inverse du précédent, une baisse continue du pouvoir antitoxique du sang durant la période qui précéda immédiatement l'expérience, et cet état de chose rend encore plus nette la hausse suscitée par la pilocarpine, dont nous injectâmes 80^{cgr} dans le cours de quinze minutes.

» Voici le résultat des mensurations :

Date.	Heure.	Unités d'imm. par centimètre cube.	Remarques
Octobre 11 ...	»	45	
» 18 ...	»	40	
» 25 ...	»	35	
» 28 ...	»	30	Immédiatement avant la première injection.
» 28 ...	12,40	»	Injection de 20^{cgr} de pilocarpine.
» 28 ...	12,42	35	
» 28 ...	12,47	35	
» 28 ...	12,55	»	Injecté en tout 80^{cgr} de pilocarpine.
» 28 ...	1,5	40	Salivation arrivée au maximum.
» 28 ...	2,5	30	Salivation diminuée.
» 28 ...	5,30	30	Salivation tout à fait arrêtée.
» 29 ...	»	25	
30 ...	»	25	

» *Cinquième expérience.* — Son résultat concorde exactement avec ceux des expériences ci-dessus, comme le montre le Tableau ci-dessous :

Date.		Heure.	Unités d'imm. par centimètre cube.	Remarques.
Novembre	29...	»	15	
Décembre	7...	2,50	15	
»	7...	2,52	»	Injection intraveineuse de 120cgr de pilocarpine en dix minutes.
»	7...	3,15	20	Salivation à son comble.
»	7...	3,30	20	
»	7...	3,45	20	Salivation sensiblement diminuée.
	7...	4,15	20	Salivation réduite à presque rien.
»	8...	»	A peine 15	

» Voici donc le résultat de nos expériences :

» 1° En produisant, chez un cheval activement immunisé contre la diphtérie, un fort empoisonnement par l'atropine, on n'a pas réussi à faire baisser le pouvoir antidiphtérique du sang durant les jours qui suivirent immédiatement l'injection du poison.

» 2° L'injection de pilocarpine suscita chez le cheval une forte augmentation du pouvoir antidiphtérique de son sang.

» 3° Le maximum de pouvoir antidiphtérique fut atteint dans ces trois cas au moment où les symptômes d'intoxication (salivation, etc.) s'accentuaient avec le plus de force et, dans un cas où le pouvoir antidiphtérique haussa de 30 à 40 en cinq heures environ pour redescendre à 30, le moment où la salivation atteignit son maximum coïncida avec celui du maximum du pouvoir antidiphtérique.

» 4° Durant les jours qui suivirent immédiatement l'intoxication, le pouvoir antidiphtérique du sang devint inférieur à ce qu'il était au début de l'expérience.

» 5° La hausse du pouvoir antidiphtérique suit de très près l'injection de pilocarpine ; de si près qu'on ne saurait attribuer la cause de son apparition à la concentration que produirait dans le sang l'hypersécrétion des glandes salivaires, intestinales et autres.

» 6° Les expériences ci-dessus fournissent la preuve d'une nouvelle analogie entre la formation de l'antitoxine et les sécrétions normales, et corroborent ainsi l'hypothèse que nous avons énoncée plus haut. Toutefois, les matériaux d'expérience dont on dispose ne fournissent pas une base suffisante pour décider si la quantité d'antitoxine contenue dans le

sang est due à une hypersécrétion suscitée dans certains organes par l'empoisonnement, ou simplement à ce que l'antitoxine emmagasinée en tel ou tel point de l'organisme s'épanche en plus grande abondance dans le sang. Nous avons l'intention de faire de cette question l'objet d'une étude ultérieure. »

M. G. **Marqfoy** adresse une réclamation de priorité à l'occasion d'une Note de M. *Daniel Berthelot* « Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz ».

« Dans la séance de l'Académie des Sciences du 28 mars 1898, M. Daniel Berthelot a montré que « le poids moléculaire d'un gaz est en réalité pro-
» portionnel, non pas à sa densité réelle (à cause des écarts des lois de
» Mariotte et de Gay-Lussac), mais au produit de cette densité par son
» volume moléculaire » (*Revue générale des Sciences*, 15 avril 1898, p. 302).

» Cette loi est une de celles que j'ai trouvées et publiées il y a deux ans. Elle figure aux pages 266 et 267 de mon Livre : « Loi des équivalents
» et théorie nouvelle de la Chimie ». La page 267 porte notamment ces deux lignes :

« Pour vérifier la loi de la compression, je prends cette loi sous la forme
» $V_m \Delta = 1^{cc} p E$, ou, plus simplement, $V_m \Delta = E$ », formule dans laquelle V_m est le volume moléculaire, Δ la densité, E le poids moléculaire; 1^{cc} et p, poids de l'atome, étant des constantes. La loi, eu égard à ce que V_m, comme je le montre, varie dans des limites assez étendues, prouve que la formule habituelle de la Chimie, consistant en ce que *les poids moléculaires sont proportionnels aux densités gazeuses*, n'est pas juste, ce que j'ai avancé dans mon Livre, en le démontrant sous diverses formes. »

M. **Pourtalé** adresse une Note ayant pour titre : « Un ferment vital. Sérum de chèvre immunisé contre la rage ».

La séance est levée à 4 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 18 avril 1898.)

Note de M. *F.-E. Blaise*, Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5 :

Page 1153, ligne 1 en remontant, *au lieu de*

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>C \begin{array}{l} \quad\; CO \\ \\ CH^2 - CO \end{array} >O,$$

lisez

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>C \begin{array}{l} - CO \\ \\ CH^2 - CH^2 \end{array} >O.$$

Page 1154, lignes 13 et 14, *lisez :* et les résultats analytiques qu'ils donnent concordent avec la formule $C^5H^{10}O^2 + 5H^2O$ qui correspond à l'acide méthyléthylacétique.

Note de M. *A. de Gramont*, Analyse spectrale des composés, etc. :

Page 1155, ligne 9 en remontant, *au lieu de* dirruptive, *lisez* disruptive.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la légitimité de la règle dite* du trapèze *dans l'étude de la résistance des barrages en maçonnerie.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« Après la catastrophe de Bouzey et d'autres de même nature survenues dans divers pays, divers ingénieurs ont conçu des doutes sur la légitimité des hypothèses de la résistance des matériaux appliquées aux grands barrages en maçonnerie.

» La plus fondamentale de ces hypothèses, et même la seule nécessaire (1), est celle dite *du trapèze*, qui consiste à regarder les pressions normales exercées sur chaque assise comme réparties selon une loi linéaire.

» Dans quelle mesure est-elle légitime? Par là, j'entends : dans quelle

---

(1) Voir ma Communication (séance du 5 août 1895).

mesure est-elle conforme à ce que donnerait l'emploi de la théorie mathématique de l'élasticité? Une réponse catégorique à cette question ne saurait être donnée, la théorie de l'élasticité conduisant, le plus souvent, à des problèmes d'analyse inextricables. Mais on peut observer que la section transversale d'un barrage est toujours intermédiaire entre un triangle et un rectangle. Il paraît donc naturel d'examiner ces deux cas simples. Il est à supposer que les résultats qu'ils donnent seront des résultats extrêmes entre lesquels se trouvera comprise la réalité.

» Il est très facile de s'assurer que, pour un barrage à section triangulaire, la théorie mathématique de l'élasticité donne, exactement, le même résultat que l'emploi de la règle du trapèze.

» Celle-ci se trouve ainsi légitimée dans ce cas dont on peut, d'ailleurs, se rapprocher beaucoup dans la pratique.

» Envisageons le cas opposé d'une section rectangulaire, c'est-à-dire d'un mur d'épaisseur uniforme ε. Rapportons-la à deux axes de coordonnées : l'un Ox dirigé suivant le couronnement du mur et de l'amont vers l'aval, l'autre Oy dirigé de haut en bas suivant le parement d'amont. Appelons k le poids spécifique de la maçonnerie rapporté au poids spécifique de l'eau pris pour unité. Désignons, comme je l'ai fait dans ma Communication du 5 août 1895, par n_1, t, respectivement, les composantes normale et tangentielle de la pression élastique exercée sur un élément vertical de l'amont vers l'aval et par n, t les composantes similaires de la pression exercée de haut en bas sur un élément horizontal [1]. Les trois forces n, n_1, t doivent remplir les conditions suivantes :

» 1° Satisfaire aux trois équations à dérivées partielles

$$\frac{\partial n_1}{\partial x} + \frac{\partial t}{\partial y} = 0, \qquad \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial n}{\partial y} = k,$$
$$\Delta_2(n + n_1) = 0$$

où

$$\Delta_2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2};$$

il est facile de montrer que, dans les problèmes d'élasticité à deux dimensions, ces trois équations tiennent lieu de celles qui régissent les déplacements élastiques, et cela *indépendamment des valeurs attribuées aux coef-*

[1] On sait que t est le même pour deux éléments rectangulaires quelconques.

ficients d'élasticité; c'est la dernière qui permet d'écarter l'hypothèse dite *loi du trapèze;*

» 2° Donner sur le parement d'amont, soit pour $x = 0$,

$$n_1 = y, \qquad t = 0;$$

» 3° Donner sur le parement d'aval, soit pour $x = \varepsilon$,

$$n_1 = 0, \qquad t = 0;$$

» 4° Donner sur le couronnement, soit pour $y = 0$,

$$n = 0, \qquad t = 0.$$

» Si l'on écrit les expressions très simples qui suivent :

$$(1) \qquad n = ky + \frac{y^3}{\varepsilon^2}\left(\frac{2x}{\varepsilon} - 1\right) + y\left(-4\frac{x^3}{\varepsilon^3} + 6\frac{x^2}{\varepsilon^2} - \frac{12}{5}\frac{x}{\varepsilon} + \frac{1}{5}\right),$$

$$(2) \qquad t = \frac{x}{\varepsilon}\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\left[\frac{3y^2}{\varepsilon} - \frac{\varepsilon}{5} + x\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\right],$$

$$(3) \qquad n_1 = \left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)^2\left(1 + 2\frac{x}{\varepsilon}\right)y,$$

on vérifiera facilement qu'elles remplissent toutes les conditions voulues, sauf la dernière. Pour $y = 0$, on n'a pas $t = 0$, mais

$$(\text{A}) \qquad t = \frac{x}{\varepsilon}\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\left[-\frac{\varepsilon}{5} + x\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\right].$$

Donc la solution serait rigoureuse si, sur le couronnement, on appliquait des forces tangentielles selon la loi (A). Or, si ces forces ne sont pas nulles sur tout le couronnement, elles s'annulent en quatre de ses points; de plus, elles sont en équilibre et leurs valeurs extrêmes sont comprises entre

$$t_1 = \frac{\varepsilon}{100} \qquad \text{et} \qquad t_2 = \frac{\varepsilon}{80},$$

c'est-à-dire que la plus grande vaut la pression d'une colonne d'eau ayant pour hauteur $\frac{1}{80}$ de l'épaisseur du mur. De pareilles forces, d'ailleurs en équilibre, ne peuvent pas influer d'une façon sensible sur la flexion du barrage et, par suite, la solution simple ci-dessus peut être considérée comme une approximation tout à fait satisfaisante.

» Comparons donc la pression verticale n qu'elle donne à celle n_r que fournirait la résistance des matériaux ou la règle du trapèze. Celle-ci

donnerait

$$(1\ bis) \qquad n_r = ky + \frac{y^3}{\varepsilon^2}\left(\frac{2x}{\varepsilon} - 1\right),$$

c'est-à-dire les deux premiers termes de l'expression (1) de n donnée ci-dessus. Ce qu'il importe de comparer, ce sont les maxima de n et de n_r dans une assise quelconque de profondeur y.

» L'expression (1 *bis*) linéaire donne le maximum de n_r sur le parement d'aval, soit pour $x = \varepsilon$, de sorte que

$$(a) \qquad n_{r\,\max} = ky + \frac{y^3}{\varepsilon^2}.$$

» Or, sur le parement d'aval, la valeur que donne (1) et que nous appellerons n'' est

$$(a') \qquad n'' = ky + \frac{y^3}{\varepsilon^2} - \frac{y}{5}.$$

» Sa valeur est moindre que celle (a) fournie par la résistance des matériaux, ce qui est rassurant dans l'emploi de celle-ci. La différence serait une pression d'eau égale à celle que donnerait le $\frac{1}{5}$ de la profondeur de l'assise considérée. De même, le minimum de n_r se trouve sur le parement d'amont, soit

$$n_{r\,\min} = ky - \frac{y^3}{\varepsilon^2}.$$

» La formule (1) donne pour cette valeur, que nous appellerons n',

$$n' = k - \frac{y^3}{\varepsilon^2} + \frac{y}{5} > n_{r\,\min}.$$

» Elle donne donc, pour le joint à l'amont, un *serrage* supérieur à celui qu'indique la résistance de matériaux, ce qui est encore rassurant dans l'emploi de celle-ci. Mais n' et n'' ne sont pas nécessairement les valeurs extrêmes de la pression n; celle-ci peut comporter un maximum ou un minimum en dehors des valeurs n' et n'' aux deux extrémités de chaque joint. Pour savoir s'il en est ainsi, prenons la dérivée de n par rapport à x; nous aurons, d'après (1),

$$\frac{\varepsilon}{y}\frac{\partial n}{\partial x} = -12\frac{x^2}{\varepsilon^2} + 12\frac{x}{\varepsilon} - \frac{12}{5} + 2\frac{y^2}{\varepsilon^2}.$$

» Les maximum et minimum sont donc donnés par l'équation

$$\frac{x^2}{\varepsilon^2} - \frac{x}{\varepsilon} + \frac{1}{5} - \frac{y^2}{6\varepsilon^2} = 0,$$

d'où

$$(4) \qquad \frac{x}{\varepsilon} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{20} + \frac{y^2}{6\varepsilon^2}}.$$

» Pour que ces deux valeurs donnent des points du barrage, il faut que la plus grande soit inférieure à 1 et la plus petite positive, ce qui exige que

$$\sqrt{\frac{1}{20} + \frac{y^2}{6\varepsilon^2}} < \frac{1}{2},$$

ou

$$\frac{y^2}{\varepsilon^2} < \frac{6}{5}, \qquad \frac{y}{\varepsilon} < \sqrt{\frac{6}{5}}.$$

» Dès que $\frac{y}{\varepsilon}$ dépasse la valeur $\sqrt{\frac{6}{5}}$, les valeurs n' et n'' sont les valeurs extrêmes de n, et, comme elles sont l'une et l'autre plus favorables que celles fournies par la règle du trapèze, on voit déjà qu'à des profondeurs un peu grandes l'emploi de cette règle ne peut pas offrir d'inconvénients au point de vue de la sécurité.

» D'autre part, si, pour $\frac{y}{\varepsilon} < \sqrt{\frac{6}{5}}$, on porte la valeur (4) dans l'expression (1) de n pour avoir les valeurs extrêmes de n, on s'assure facilement qu'elles ne sortent des limites de celles de n_r que près du couronnement, ce qui est sans inconvénient.

» On peut généraliser la solution en supposant qu'au sommet du mur agissent des forces ayant une résultante donnée. Si l'on appelle N et T les composantes de cette force, et M son moment par rapport au point milieu du couronnement, on n'aura qu'à ajouter aux expressions (1), (2), (3) de n, t, n_1 respectivement les quantités n', t', n'_1 ayant pour expressions

$$n' = \frac{N}{\varepsilon} + \frac{12(M + Ty)}{\varepsilon^3}\left(x - \frac{\varepsilon}{2}\right),$$

$$t' = \frac{6T}{\varepsilon}\frac{x}{\varepsilon}\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right),$$

$$n'_1 = 0,$$

qui ne sont autres que ce que donne ici le problème de M. de Saint-Venant et aussi ce que donnerait la règle du trapèze.

» En résumé, pour le triangle, la résistance des matériaux donne les mêmes valeurs que la théorie mathématique de l'élasticité; pour le rectangle, elle donne des valeurs plus défavorables, par suite plus avantageuses au point de vue de la sécurité : donc, dans les deux cas, on peut la maintenir. S'ensuit-il que la même conclusion s'appliquerait aux cas réels comme étant intermédiaires entre ceux dont il vient d'être parlé? Cela est vraisemblable, sans être certain, et il n'en reste pas moins intéressant d'examiner d'autres cas. Nous avons traité la section trapèze par un procédé analogue à celui employé pour le rectangle. Enfin il y a lieu de s'occuper des effets calorifiques. Nous nous réservons de revenir sur ces sujets. »

MÉTALLURGIE. — *Recherches sur l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques.* Note de MM. **A. Carnot** et **Goutal.**

« Nous avons exposé dans un précédent Travail ([1]) les résultats de nos recherches sur l'état des éléments qui se trouvent avec le fer et le carbone dans les produits de la sidérurgie, en prenant pour exemples les fontes et les aciers spéciaux, où ils entrent pour une proportion suffisante. Nous avons reconnu que plusieurs de ces éléments, le manganèse, le nickel, le cuivre, le titane, l'arsenic, s'y trouvent à l'état libre ou simplement dissous, tandis que d'autres y sont à l'état de combinaisons véritables, bien définies et dont nous avons pu fixer la formule; c'est ce qui arrive notamment pour le soufre, le phosphore, le tungstène, le molybdène.

» Nous avons aussi trouvé que le silicium et le chrome y sont combinés avec le fer, le manganèse et le carbone; mais la complexité de ces combinaisons nécessitait de nouvelles études, que nous avons poursuivies depuis cette époque.

» 1° Silicium. — Dans notre première Communication, nous avions signalé que les *ferrosiliciums* très peu manganésés renferment un siliciure de fer, dont la composition répond à la formule Si Fe (33,33 de silicium;

([1]) *Comptes rendus*, séances des 19 et 26 juillet 1897.

66,67 de fer) et qui possède des propriétés assez remarquables : il résiste à l'action des acides dilués, à l'abri du contact de l'air; mais il est, au contraire, vivement attaqué par les solutions alcalines, même fort étendues, en fournissant un dégagement d'hydrogène et une dissolution de silicate.

» Nous avions aussi remarqué l'existence, à côté de ce siliciure de fer, d'autres combinaisons du silicium, que nous pouvons définir aujourd'hui avec plus de précision.

» A. En opérant sur du *ferrosilicium* pauvre en manganèse, que l'on soumet pendant quinze jours, à froid, à l'action de l'acide sulfurique très étendu (5 pour 100 de SO^4H^2), on obtient un résidu complexe, formé principalement de carbone, de siliciures divers et d'hydroxyde de silicium (qui provient lui-même, sans doute, d'une décomposition de certains siliciures).

» En reprenant ce résidu par une solution de potasse étendue et chaude, on fait disparaître l'hydroxyde de silicium et le protosiliciure de fer SiFe; il reste des hydroxydes de fer et de manganèse, qu'on dissout par l'acide sulfurique étendu, seul ou avec quelques gouttes d'eau oxygénée. On lave, on sèche et l'on calcine légèrement, enfin on sépare du résidu une partie attirable à l'aimant. L'analyse de cette partie magnétique montre qu'elle possède la composition d'un siliciure bimétallique $SiFe^2$ (20 de silicium, 80 de fer), car nous avons trouvé, dans deux expériences distinctes :

Silicium	19,75	19,86
Fer	79,93	79,87

» Le même composé avait été obtenu par M. Moissan, au four électrique.

» Ainsi, tandis que le siliciure monométallique SiFe se produit dans les hauts fourneaux, mais ne paraît pas avoir été obtenu au four électrique, le siliciure bimétallique $SiFe^2$ se produit dans l'un et l'autre cas.

» Mais il est à remarquer que ses propriétés ne sont pas des deux côtés entièrement les mêmes : celui du four électrique est inattaquable aux acides; celui des hauts fourneaux, obtenu à moins haute température au milieu d'une masse métallique, s'attaque, au contraire, assez facilement par les acides chauds, même dilués.

» B. En procédant d'une manière analogue sur des produits riches en manganèse et en silicium (*silicospiegels* à 20 pour 100 de Mn), on isole, avec

du carbone libre, un siliciure double de fer et de manganèse, qui, dans une série d'essais différents, a présenté les compositions suivantes :

Fer............	68,25	68,60	68,80	69,15	71,22
Manganèse......	15,10	14,70	16,30	16,80	14,58
Silicium.........	15,40	15,80	14,10	14,04	14,00

» La composition de ces divers composés est assez bien exprimée par la formule générale SiM^3, M représentant la somme des deux métaux : fer et manganèse.

» La présence d'une proportion importante de manganèse semble donc entraîner une modification très marquée dans la composition du siliciure métallique.

» C. La pulvérisation d'un certain nombre d'échantillons de *ferromanganèses,* dont la masse n'était pas sensiblement magnétique, nous a fait reconnaître qu'ils contenaient néanmoins des parties attirables à l'aimant. Ces parties étaient relativement pauvres en manganèse, mais beaucoup plus riches en silicium et en fer que l'ensemble du métal. Ainsi, trois échantillons de ferromanganèses avaient donné à l'analyse :

Fer...............	40,30	42,60	68,83
Manganèse.........	51,60	51,15	27,10
Silicium...........	0,55	1,04	0,95

» En promenant le barreau aimanté dans la poudre du métal, nous avons pu en extraire près de 3 pour 100 de parcelles attirables, où nous avons trouvé :

Fer...............	88,20	84,02	89,80
Manganèse.........	7,20	9,45	2,90
Silicium...........	3,95	6,44	6,50

» Ces parcelles, soumises successivement à l'action d'un acide très étendu, puis à celle d'une lessive de potasse et à celle d'un acide très dilué, ont laissé un résidu, qui n'est autre que le siliciure de fer bimétallique $SiFe^2$, précédemment étudié dans les ferrosiliciums peu manganésés.

» On peut donc conclure de ces différents essais que les produits sidérurgiques contiennent deux combinaisons du fer et du silicium, correspondant aux deux formules $SiFe$ et $SiFe^2$; ils peuvent aussi, lorsqu'ils sont assez riches en manganèse, renfermer un siliciure de la forme SiM^3, dans lequel entre une assez forte proportion de manganèse.

» 2° Chrome. — Nos premières recherches avaient porté spécialement sur les aciers chromés, à cause de la difficulté d'attaque des *ferrochromes* par les acides. Plus récemment, nous avons réussi à faire cette attaque.

» A. Nous avons employé deux *ferrochromes*, où l'analyse nous avait donné :

	I.	II.
Fer	32,6	32,2
Chrome	57,6	59,1
Carbone	9,9	9,1

» En les soumettant à l'action de l'acide chlorhydrique pur pendant deux jours, à la température de 60°, nous avons obtenu des résidus insolubles, qui ont été purifiés au moyen d'une liqueur lourde de borotungstate de cadmium et ensuite attaqués par le bisulfate de potassium, suivant la méthode que nous avons exposée ailleurs (¹).

» La composition trouvée est la suivante :

	I.	II.	Composition calculée pour $Fe^3Cr^9C^7$.
Fer	23,6	23,1	23,2
Chrome	65,2	65,4	65,2
Carbone	11,3	11,4	11,6

» Elle correspond d'une manière à peu près parfaite à la formule $Fe^3Cr^9C^7$, dont nous mettons la composition en regard de celle donnée par l'analyse directe.

» Cette formule $Fe^3Cr^9C^7$ peut s'écrire $CFe^3.3C^2Cr^3$.

» Or il faut remarquer que CFe^3 représente la composition de la cémentite; C^2Cr^3 est la composition trouvée par M. Moissan au carbure de chrome, qu'il a préparé au four électrique. Le composé existant dans les ferrochromes que nous avons examinés, produits dans les fourneaux métallurgiques, peut donc être considéré comme un mélange ou, beaucoup plus vraisemblablement, comme une combinaison de ces deux carbures.

» B. Les *aciers chromés*, à faible teneur, sont, comme nous l'avons déjà fait observer dans nos premières Notes (juillet 1897), attaqués facilement par les acides, même étendus et froids, lorsqu'ils sont très carburés, mais beaucoup plus lentement et plus difficilement, lorsqu'ils contiennent une

(¹) A. Carnot, *Méthode d'analyse des fontes, fers et aciers*, p. 18; Dunod, 1895.

faible proportion de carbone. D'autre part, si l'on fait l'attaque par le chlorure double de cuivre et de potassium, tout le chrome reste dans le résidu insoluble, lorsque l'on a affaire à des aciers très carburés; mais ceux qui renferment peu de carbone abandonnent facilement à la dissolution une partie du chrome contenu.

» De là une difficulté très grande pour bien comparer les résidus laissés par des aciers chromés à faible et à forte teneur en carbone.

» Nous avons cependant obtenu des résultats assez nets dans les conditions suivantes :

» Deux échantillons d'aciers chromés contenant :

L'un (I) :	Chrome....	2,35	Carbone.....	2,00
L'autre (II) :	Chrome....	2,01	Carbone.....	0,57

ont été traités à froid par l'acide chlorhydrique très étendu (7 pour 100 de HCl); ils ont laissé des résidus où l'analyse a trouvé :

	I.	II.	Composition calculée pour $Fe^9Cr^3C^5$.
Fer	70,10	71,05	69,9
Chrome............	21,60	21,15	21,8
Carbone...........	8,10	7,60	8,3
Silicium	0,15	0,31	»

» La composition du n° I répond presque exactement à la formule $Fe^9Cr^3C^5$, qui peut s'écrire

$$3CFe^3.Cr^2C^3.$$

» La composition du n° II diffère peu de cette formule et l'écart observé s'explique bien en tenant compte de la présence du silicium, qui doit faire supposer celle d'un siliciure de fer dans les produits analysés ; si l'on calcule ce siliciure d'après la formule SiFe, il faut, pour 0,31 de silicium, retrancher 0,52 de fer; il faudrait retrancher 1,04 de fer d'après la formule $SiFe^2$. On retrouve alors très sensiblement les nombres mêmes de la formule calculée. Un échantillon de ferromanganèse légèrement chromé, contenant, pour cent, 18 de manganèse et 0,97 de chrome, a été attaqué par le chlorure de cuivre et de potassium : 7^{gr} de métal ont laissé $0^{gr},2982$ de résidu insoluble, dans lequel s'était concentrée la presque totalité du chrome de l'échantillon lui-même ($64^{mgr},4$ au lieu de $67^{mgr},9$).

» Or l'analyse de ce résidu a donné :

Fer	70,18
Chrome	21,63
Carbone	8,33

résultats qui conduisent de même à la formule

$$Fe^9Cr^3C^5 \quad \text{ou} \quad 3CFe^3.C^2Cr^3.$$

» Il est intéressant de constater qu'ici tout le chrome de l'échantillon se trouve à l'état de carbure uni au carbure de fer.

» La composition des résidus insolubles après dissolution de la masse ferreuse, dans le cas des aciers chromés à faible teneur, montre donc l'existence des mêmes carbures que dans les ferrochromes :

$$CFe^3 \quad \text{et} \quad C^2Cr^3;$$

mais les carbures de fer et de chrome paraissent s'unir entre eux dans des proportions différentes, suivant que le métal contient une forte ou une faible proportion de chrome.

» Dans le cas des ferrochromes, il y aurait 3 molécules de carbure de chrome avec 1 molécule de carbure de fer; dans celui des aciers faiblement chromés, 1 molécule de carbure de chrome serait unie à 3 molécules de carbure de fer. »

ZOOLOGIE. — *A propos des Crustacés brachyures et anomoures provenant des six dernières campagnes scientifiques effectuées par* S. A. le Prince de Monaco. Note de MM. **A. Milne-Edwards** et **E.-L. Bouvier.**

« De toutes les régions maritimes du globe, il n'en est pas une qui ait été aussi longuement et aussi méthodiquement explorée, au point de vue de la faune abyssale, que celle dont les limites atteignent la Méditerranée occidentale, les Canaries, les Açores et le golfe de Gascogne. Primitivement abordée, en quelques-uns de ses points, par le *Porcupine*, le *Challenger* et la *Gazelle*, cette région fut étudiée ensuite, à quatre reprises, par le *Travailleur* (1880-1882) et le *Talisman* (1883), puis parcourue, pendant dix années successives, par S. A. le Prince de Monaco, d'abord avec son yacht l'*Hirondelle* (1885-1893), ensuite avec un vapeur parfaitement outillé et aménagé, la *Princesse-Alice* (1894-1897). Soit dragages, soit

coups de chalut ou de fauberts, soit immersion de nasses, plus de 1300 opérations scientifiques ont été réalisées dans la région qui nous occupe, et les expéditions monégasques, pour leur part, en ont effectué près de 1000. On peut donc dire, sans être taxé d'exagération, que cette aire a été l'objet d'investigations fort approfondies, et, comme les procédés de capture ont été sensiblement les mêmes pendant toutes ces campagnes, il y a intérêt, croyons-nous, à comparer aux résultats acquis par les divers explorateurs jusqu'en 1888 les résultats obtenus par le Prince de Monaco durant les six dernières campagnes qu'il a entreprises, et pendant lesquelles il n'a pas effectué moins de 645 opérations scientifiques. C'est ce que nous allons tenter pour deux groupes de Crustacés décapodes, les Brachyures et les Anomoures, dont nous avons pu faire une étude minutieuse, grâce aux matériaux recueillis dans cette région par les expéditions françaises et monégasques.

» Parmi les nombreux exemplaires des deux groupes capturés par le Prince, au courant de ses dernières campagnes, nous n'avons trouvé qu'*une seule forme nouvelle,* le *Sympagurus Grimaldii,* crustacé qui doit être fort rare, car on n'en connaît, jusqu'ici, qu'un seul spécimen. En elle-même, cette espèce n'offre pas un intérêt particulier; mais, si l'on observe que les autres Paguriens du même genre sont tous, ou presque tous, localisés dans la région et que le Prince en a capturé, pour sa part, six espèces sur huit actuellement connues, on est en droit de penser que le genre *Sympagurus* offre, dans les eaux subtropicales de l'Atlantique oriental, une richesse de formes qu'il ne présente pas ailleurs. Et comme ce genre compte parmi les plus primitifs des Paguridés, peut-être pourra-t-on trouver, dans les observations qui précèdent, quelque moyen d'expliquer la distribution du groupe auquel il appartient.

» A ce premier fait, il faut en ajouter un autre de semblable importance. Le *Travailleur* et le *Talisman* avaient recueilli, dans l'Atlantique, des formes de Paguriens qui paraissaient lui être particulières et que caractérise une organisation spéciale des tubes sexuels. Ces Anomoures, auxquels nous avons attribué les noms de *Nematopagurus* et de *Catapaguroides,* n'ont jamais été signalés ailleurs, et l'*Hirondelle* n'en avait point capturé pendant sa première expédition; mais depuis, S. A. le Prince de Monaco les a recueillis en grand nombre; et nous nous trouvons ainsi, de ce fait, en présence de formes abondamment répandues dans une région spéciale de l'Atlantique et probablement propres à cette région. Or ces formes, bien que moins primitives que les *Sympagurus,* se caractérisent néanmoins par

un stade évolutif assez peu avancé; elles pourront dès lors servir, comme ces derniers, à jeter quelque lumière sur l'histoire des Paguriens.

» Parmi les autres animaux recueillis par le Prince depuis 1892, nous signalerons un certain nombre d'espèces fort rares et, jusqu'ici, inconnues ailleurs dans les océans : deux Paguriens assez voisins des précédents, l'*Anapagurus bicorniger* et l'*A. brevicarpus;* un joli Galathéidé oculifère, la *Galathea rufipes* et deux curieux Galathéidés aveugles, l'*Orophorhynchus Parfaiti,* espèce bizarre dont on ne connaissait jusqu'ici qu'un seul exemplaire, et la *Munidopsis aculeata;* un Dromidé primitif voisin des Homaridés, la *Dicranodromia Mahyeuxii;* un Dorippidé très rare, l'*Ethusina Talismani;* deux Cancériens, le *Xanthodes granosus* et le *Geryon longipes;* enfin un Macropodien, l'*Achaeus cursor,* dont le *Talisman* avait capturé quatre exemplaires.

» Quelle que soit l'importance de ces découvertes, il faut avouer qu'elle n'est pas en rapport avec le travail effectué. Tandis que, dans les premières campagnes, les formes inconnues abondaient, pour ainsi dire, à chaque coup de drague, dans les six dernières, avec un nombre d'opérations à peu près égal, on revoit sans cesse des formes déjà étudiées et c'est à grand'peine qu'on en obtient une nouvelle.

» Que conclure de ces faits, sinon qu'il n'y a pas lieu d'espérer de captures inédites bien nombreuses dans les abysses longuement et soigneusement explorées par les *méthodes actuellement en usage;* en modifiant ces méthodes, en s'efforçant d'en trouver de nouvelles, peut-être arriverait-on à des résultats inattendus. Telle est, croyons-nous, la conclusion qui découle de nos études.

» Il va sans dire que cette conclusion ne s'applique qu'aux deux groupes signalés plus haut; toutefois, il y a bien des raisons pour qu'elle convienne également à tous les groupes d'animaux marins dont les représentants sont d'une certaine taille et vivent, sur le fond, dégagés de tout limon, ce qui permet de les distinguer et de les recueillir facilement dans les produits ramenés à bord par le chalut, les fauberts ou la drague. Pour tous les autres animaux, au contraire, il faut s'attendre à des captures nombreuses et à des trouvailles du plus haut intérêt, comme on peut s'en convaincre en parcourant l'instructif travail de M. J. Bonnier sur les Edriophthalmes recueillis par le *Caudan,* au fond du golfe de Gascogne. Seulement, pour arriver à des résultats importants, le naturaliste à bord devra examiner de très près, souvent même à l'aide de la loupe, les matériaux que les engins lui auront apportés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides diméthylamido-diéthylamido-ortho-benzoyl et ortho-benzylbenzoïques, et quelques-uns de leurs dérivés.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Sous le nom d'*acide diméthylanilinephtaloylique*, M. H. Limpricht ([1]) vient de publier un Mémoire dans lequel l'auteur, sans paraître avoir pris connaissance de nos recherches antérieures ([2]), reproduit une partie des résultats obtenus par nous et déjà publiés, ainsi que d'autres qui ont été réalisés depuis.

» *Acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.* — Dans notre première Communication, nous avons donné comme point de fusion de cet acide 199°. Mais nous avons constaté depuis qu'il cristallise au sein de l'eau avec de l'eau de cristallisation, les cristaux s'effleurissant facilement au contact de l'air.

» L'acide anhydre, chauffé à l'étuve à 120°, fond entre 203° et 204° (non corrigé). Comme M. Limpricht, nous avons observé qu'au sein de l'alcool éthylique il cristallise avec une molécule d'alcool pour donner des cristaux qui affectent la forme de losange.

» Au sein de l'alcool méthylique, il se dépose aussi avec une molécule d'alcool de cristallisation. Mais, phénomème assez remarquable, il ne forme pas de combinaison bien stable avec les alcools propylique et butylique.

» Le *sel de baryum* $C^{32}H^{28}O^6Az^2Ba + 2H^2O$ cristallise en aiguilles prismatiques d'un jaune pâle et légèrement dichroïques.

» Le *sel de magnésie* $C^{32}H^{28}O^6Az^2Mg + 6H^2O$ se présente sous la forme de gros cristaux jaunâtres et possédant également un léger dichroïsme.

» Le *chloroplatinate* $C^{32}H^{30}O^6AzH^2Cl^2 . PtCl^4 + 2H^2O$ cristallise en prismes orangés et transparents.

» *Action de la chaleur sur le sel de baryum.* — Soumis à la distillation sèche, ce sel fournit de la diméthylparamidobenzophénone fondant à 92°, et identique avec celle obtenue et décrite par Dœbner ([3]) sous le nom de *benzo-*

([1]) *Liebig's Annalen*, t. CCC, p. 228.

([2]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 204; *Ber. d. deut. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 664; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XV, p. 551, et t. XVII, p. 582; *Chem. Central-Blatt.*, 5e série, t. II, p. 300; 1897.

([3]) *Deut. chem. Ges.*, t. XIII, p. 2225; t. XIV, p. 1837.

diméthylaniline

$$\left(C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup CO.C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \diagdown CO^2\end{smallmatrix}\right)Ba + H^2O$$
$$= CO^3Ba + CO^2 + C^6H^5CO.C^6H^4Az(CH^3)^2.$$

» *Action de la phénylhydrazine.* — Quand on chauffe à 130°, ou au sein de l'alcool, molécules égales d'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque et de phénylhydrazine, on obtient, après un traitement approprié, de belles aiguilles incolores, fondant à 158°, peu solubles dans l'alcool et l'éther, beaucoup plus solubles dans le chloroforme et la benzine. Dans ce dernier dissolvant, le corps cristallise en gros prismes, très brillants, renfermant du benzène de cristallisation et qui s'effleurissent rapidement à l'air. Ce corps résulte de l'union d'une molécule de phénylhydrazine avec une molécule d'acide, avec élimination de deux molécules d'eau. On peut lui assigner une constitution analogue à celle que M. W. Rour (¹) a attribuée au produit de l'action de la phénylhydrazine sur l'acide benzoylbenzoïque. Toutefois, suivant que l'on envisage notre acide comme une lactone ou un acide cétone, le dérivé hydrazinique aura l'une ou l'autre des deux formules suivantes

$$C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup C\begin{smallmatrix}\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \diagdown Az - C^6H^5\end{smallmatrix}\\ \diagdown CO - Az\end{smallmatrix}\ ,\qquad C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup C\begin{smallmatrix}\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \diagdown Az\end{smallmatrix}\\ \diagdown CO - AzC^6H^5\end{smallmatrix}\ .$$

» *Action des réducteurs sur l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque. Diméthylamidomonophénylphtalide ou diméthylanilinephtalide*

$$C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup CH.C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \diagdown CO\end{smallmatrix}\!\!>O\ .$$

Ce dernier composé prend naissance quand on ajoute de l'amalgame de sodium à de l'eau tenant en suspension l'acide diméthylamidé. Ce corps se transforme peu à peu en son sel de sodium, tout en subissant une réduction. Celle-ci est terminée quand la liqueur, de jaune qu'elle était au début, est devenue incolore. A ce moment on filtre et l'on acidule par l'acide acé-

(¹) *Deut. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 803.

tique. Il se précipite des feuilles d'un blanc nacré qui, cristallisées dans le chloroforme, fondent à 188°.

» Ce produit est donc du *diméthylamidomonophénylphtalide* identique au corps obtenu par Ébert [1], par condensation de l'aldéhyde phtalique avec la diméthylaniline, en présence du chlorure de zinc.

» M. H. Limpricht a obtenu la même phtalide, en réduisant l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque par de la poudre de zinc et de l'ammoniaque.

» *Acide diméthylamidobenzylbenzoïque* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CH^2.C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ COOH \end{matrix}\right.$. — Si l'on prolonge l'action de l'amalgame de sodium, ou mieux si l'on réduit l'acide avec de la potasse et de la poudre de zinc, on obtient, par une réduction plus profonde, l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque. Ce composé fond à 174° et cristallise, dans l'acide acétique ou dans l'alcool, en gros prismes, ou en larges feuillets toujours un peu jaunâtres.

» *L'éther méthylique* correspondant $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CH^2.C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ COOCH^3 \end{matrix}\right.$, obtenu en saturant de gaz chlorhydrique une solution de l'acide dans l'alcool méthylique, cristallise en gros prismes, incolores et transparents, fondant à 62° et distillables sans décomposition. Ses solutions acétiques, traitées par du bioxyde de plomb, se colorent en violet intense, réaction qui semble prouver qu'il se forme l'hydrol correspondant $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CHOH.C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ COOCH^3 \end{matrix}\right.$.

» *Acide diéthylamidobenzoylbenzoïque.* — Nous avons déjà décrit cet acide dans notre première Note. Comme son homologue inférieur, ce composé possède une saveur sucrée et se dépose, à froid, de ses solutions dans les alcools méthylique et éthylique, en gros prismes renfermant une molécule de dissolvant. Exposées à l'air, les deux combinaisons s'effritent facilement et deviennent opaques. Elles ont respectivement la composition

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} COC^6H^4Az(C^2H^5)^2 \\ COOH \end{matrix}\right. + CH^3OH$$

et

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} COC^6H^4Az(C^2H^5) \\ COOH \end{matrix}\right. + C^2H^5OH.$$

» L'acide anhydre fond à 180°.

---

(1) *Chem. Zeitung*, p. 2039; 1895.

» Condensé avec de la diéthylaniline en présence d'anhydride acétique ou de protochlorure de phosphore, cet acide donne naissance à de la *diéthylanilinephtaléine*, qui se présente sous la forme de beaux feuillets ou d'aiguilles fondant à 128°, assez peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, beaucoup plus dans le chloroforme et dans la benzine.

» *Action des réducteurs sur l'acide diéthylaminobenzoylbenzoïque.* — Quand on réduit modérément cet acide, il donne, comme son homologue inférieur, une phtalide qui n'a pas été étudiée. Réduit par du zinc en poudre et de la soude, il se convertit en *acide diéthylaminobenzylbenzoïque;* cristallisé au sein de l'alcool, dans lequel il est très soluble à chaud, cet acide se présente sous la forme de tables épaisses, transparentes, d'un blanc sale. Quand on trouble la cristallisation, on obtient une poudre cristalline blanche fondant à 108°.

» *Acide diéthylamidométaoxyorthobenzoylbenzoïque*

$$C^6H^4 \begin{cases} CO(1) - C^6H^3 \begin{cases} OH(3) \\ Az(C^2H^5)^2(4). \end{cases} \\ COOH(2) \end{cases}$$

Signalé dans un brevet pris par la maison Bindschaedler, de Bâle ([1]), ce corps prend naissance en condensant des molécules égales d'anhydride phtalique et de diéthylaminométaoxyphénol.

» Il se présente sous la forme de fines aiguilles blanches, souvent un peu colorées par de la rhodamine qui se produit en même temps. Il fond à 203°, en se décomposant, et est très peu soluble dans l'alcool, même à chaud.

» Réduit au moyen de la poussière de zinc et de la potasse, il se convertit en acide *diéthylaminométaoxybenzylbenzoïque*

$$C^6H^4 \begin{cases} CH^2.C^6H^3 \begin{cases} OH \\ Az(C^2H^5)^2 \end{cases} \\ COOH \end{cases}$$

qui, après une première purification, est dissous dans l'acide acétique cristallisable, d'où on le précipite en petites aiguilles blanches fondant à 188°. Dans une prochaine Communication, nous donnerons la description des produits de condensation obtenus avec ces acides benzoylés et benzylés. »

([1]) *Moniteur scientifique*, Brevets, p. 154, 1896; p. 57, 1897.

CHIRURGIE. — *Des greffes autoplastiques obtenues par la transplantation de larges lambeaux dermiques. De leur stabilité et des modifications tardives qu'elles subissent;* par M. **Ollier**.

« J'ai désigné sous le nom de *greffes autoplastiques* les greffes cutanées obtenues au moyen de larges lambeaux de peau découpés sur les parties saines, avec le bistouri ou le rasoir, et comprenant la plus grande partie ou la totalité de l'épaisseur du derme.

» Je les ai substituées, dès 1871, aux petites greffes épidermiques alors en usage et, dans une Communication que j'ai faite à l'Académie, en 1872 ([1]), j'ai expliqué en quoi elles différaient des opérations analogues pratiquées avant moi.

» Les greffes épidermiques de M. Reverdin, qui consistaient en un semis de lambeaux minuscules de 2^{mmq}, 3^{mmq} ou 4^{mmq}, avaient pour but de hâter la cicatrisation des plaies en multipliant les centres d'épidermisation. De chaque îlot d'épiderme transplanté partaient des expansions épidermiques qui rejoignaient bientôt les expansions des îlots voisins. La cicatrisation des plaies était incontestablement avancée par cette pratique, mais le résultat final était le même que dans la cicatrisation naturelle.

» Avec les grandes greffes autoplastiques j'ai poursuivi un but tout différent. J'ai voulu non seulement obtenir rapidement la guérison de la plaie en recouvrant toute sa surface en une ou deux séances, mais remplacer le tissu cicatriciel rétractile, produit inévitable de toute réparation des plaies par granulation, par une peau véritable, souple, non rétractile, ayant dès l'abord et conservant indéfiniment les caractères de la peau normale. J'ai voulu faire, en un mot, une véritable autoplastie et obtenir, au point de vue de l'avenir de la plaie, un résultat analogue à celui qu'on obtient dans les autoplasties par glissement ou par la méthode italienne.

» Des faits journellement observés ont, depuis longtemps, mis hors de doute la réussite de la greffe et la vitalité des grands lambeaux dermo-épidermiques et démontré les avantages de notre méthode au point de vue de la cicatrisation rapide des vastes plaies qui n'ont pas en elles-mêmes des conditions favorables pour leur réparation. Mais ce qu'on ne connaît

---

([1]) *Comptes rendus*, avril 1872.

pas suffisamment, ce sont les résultats éloignés de ces greffes autoplastiques, soit au point de vue physiologique, c'est-à-dire au point de vue des modifications tardives qu'elles peuvent subir dans leur structure, soit au point de vue chirurgical, c'est-à-dire au point de vue de leur valeur définitive comme organe de protection et de délimitation. J'ai cependant déjà fait connaître des résultats datant de plus de quinze ans, qui m'avaient démontré la persistance et la stabilité de la greffe; mais les faits que j'ai publiés se rapportaient à des plaies peu étendues. Celui que j'apporte aujourd'hui me paraît de nature à compléter cette démonstration. Il fournit, du reste, des données nouvelles sur les modifications de forme et de volume des lambeaux et nous montre que ces lambeaux peuvent subir, dans certaines conditions, un accroissement notable.

» Il s'agit d'une plaie de forme ellipsoïdale, de 2^{dmq} environ, que j'ai recouverte au moyen de huit lambeaux cutanés, taillés sur la peau des membres sains du même sujet. Ces lambeaux furent appliqués sur la plaie en deux séances, à un mois de distance, pour pouvoir apprécier comparativement la valeur de la greffe, selon qu'on la pratiquait sur une surface fraîchement cruentée ou bien sur une plaie bourgeonnante déjà recouverte d'une couche régulière de granulations.

» Le sujet auquel se rapportent les dessins que je mets sous les yeux de l'Académie est âgé de 55 ans aujourd'hui. Je l'ai opéré en 1893. A l'âge de huit ans il était tombé sur une marmite d'eau bouillante. Le genou gauche s'enfonça dans le liquide qui se répandit sur la cuisse et la jambe. Il en résulta une vaste brûlure qui fut très longue à se cicatriser et ne se cicatrisa même jamais complètement à la face externe du genou. C'est sur cette partie, qui ne pouvait s'épidermiser, que se développa un cancroïde qui paraissait s'étendre profondément et pour lequel on avait proposé au malade l'amputation de la cuisse.

» Avant d'en venir à cette extrémité je voulus essayer l'ablation de la partie dégénérée et la réparation de la perte de substance par les greffes autoplastiques.

» Le cancroïde ayant été enlevé largement et poursuivi au delà de l'aponévrose dans un interstice musculaire je détachai avec un long bistouri, sur les cuisses du malade, six lambeaux de peau de 15^{cmq} à 20^{cmq} que j'étalai sur la plaie (en les rapprochant les uns des autres) de manière à en recouvrir les trois cinquièmes environ. Les lambeaux taillés en dédolant, la peau tendue avec les doigts, sont plus épais au centre qu'à la circonférence, à cause de la forme cylindrique du membre. Ils se rétractent immédiatement et diminuent de moitié environ par le fait de cette rétraction.

» Cette première opération fut faite le 27 novembre 1893. Tous les lambeaux se greffèrent parfaitement; aucune partie ne se mortifia sur les bords. Un mois après, quand la partie de la plaie laissée à nu fut recouverte d'une couche granuleuse, je

détachai sur la face dorsale de l'avant-bras deux longs lambeaux de 25^{cmq} à 28^{cmq} et je les étalai sur cette surface granuleuse. Ils prirent comme les premiers, et vingt jours après la cicatrisation était à peu près complète; les intervalles des lambeaux étaient comblés par des expansions épidermiques provenant des bords de ces lambeaux.

» Peu à peu cette nouvelle peau est devenue plus égale, plus uniforme. Les intervalles des transplants sont devenus de moins en moins apparents. On peut cependant les reconnaître toujours, comme le montrent les dessins pris à divers intervalles, et aujourd'hui, quatre ans et demi après la transplantation, il faut une grande attention pour déterminer les limites primitives des lambeaux, ce qui rend en certains points leur mensuration difficile.

» La coloration de la peau transplantée est devenue normale; elle présente encore cependant des nuances en rapport avec les régions sur lesquelles les transplants ont été pris. Ceux qui ont été taillés sur la face antérieure des cuisses sont plus blancs et plus glabres que ceux qui ont été empruntés à la face dorsale de l'avant-bras. Ces derniers sont plus pigmentés et plus poilus. Les poils ont continué de vivre ainsi que les glandes qui les accompagnent et dont les sécrétions conservent à la peau une douceur et une souplesse que n'ont pas les cicatrices.

» N'ayant pu examiner la structure histologique de ces lambeaux je puis seulement les apprécier au point de vue de leurs caractères macroscopiques et de leurs fonctions. Ils donnent au toucher la sensation d'une peau souple, douce au toucher, épaisse, glissant sur les tissus profonds, plus souple que la peau ancienne qui les entoure et qui avait été altérée par la brûlure subie quarante-deux ans auparavant. Au point de vue de la sensibilité, le sujet prétend sentir comme du côté opposé, mais il est difficile d'isoler la sensibilité propre de la peau de celle des tissus sous-jacents.

» Pendant longtemps nous avons fait protéger la partie opérée pour éviter les chocs et les frottements violents qui auraient pu ulcérer les lambeaux, mais aujourd'hui notre opéré ne prend plus de précautions spéciales. Il est vigneron et travaille la terre comme auparavant, mieux même, car ses mouvements sont plus libres, grâce à la suppression d'un tissu cicatriciel inextensible et à son remplacement par un tissu souple non rétractile qui ne limite pas, comme la cicatrice primitive, les contractions des muscles et, par suite, l'extension de l'articulation.

» La souplesse du nouveau revêtement cutané est la même partout, au niveau des dernières greffes comme sous les premières, c'est-à-dire au niveau de celles qui ont été implantées sur une membrane granuleuse et de celles qui ont été appliquées immédiatement sur la plaie fraîchement cruentée. Une fois recouverte par les lambeaux dermo-épidermiques, la couche granuleuse se résorbe ou s'assouplit. Il est donc inutile de l'enlever par le raclage, comme le pratiquait Thiersch, de Leipsig, à moins qu'elle ne soit trop épaisse ou mal organisée, c'est-à-dire qu'elle soit diffluente ou hémorragique, et encore, dans ces derniers cas, vaut-il mieux la modifier par des pansements astringents que de l'enlever par le raclage, qui expose à des hémorragies consécutives.

» En comparant les dessins qui représentent le résultat de l'opération à trois ans et demi de distance, on voit que les dimensions de la partie recouverte par les greffes ne sont pas les mêmes. L'espace comblé par la peau de formation nouvelle est sensi-

blement plus grand. Au lieu de se resserrer comme les pertes de substance réparées par les processus de la cicatrisation secondaire, l'espace qui représente l'ancienne plaie s'est agrandi, et plusieurs lambeaux sont manifestement plus grands qu'au moment de leur implantation. La peau nouvelle s'est surtout étendue dans le sens longitudinal du membre. Le diamètre longitudinal, qui était de 196^{mm} à 200^{mm}, est de 235^{mm} aujourd'hui. Le diamètre transversal maximum n'a gagné que 5 ou 6^{mm}.

» C'est là un fait nouveau dans la physiologie des lambeaux transplantés en chirurgie humaine, et il n'est pas sans intérêt d'en rechercher l'explication. Les lambeaux de peau transplantés à distance ou seulement déplacés dans des régions voisines sont soumis à une atrophie progressive et perdent toujours plus ou moins de leurs dimensions premières.

» C'est ce que l'on observe d'une manière saisissante après la rhinoplastie. Les nez refaits avec des lambeaux empruntés aux parties voisines s'atrophient toujours dans une mesure très sensible et, souvent, dans des proportions telles que, au bout de quelques années, un organe primitivement exubérant devient à peine suffisant pour boucher l'ouverture des fosses nasales.

» Si nous constatons un agrandissement de nos lambeaux, ce n'est pas à une hypertrophie propre, à une hyperplasie de leurs éléments anatomiques que nous devons l'attribuer. La transplantation n'augmente pas, surtout chez l'adulte, la vitalité des tissus transplantés; elle ne donne pas une nouvelle énergie à leurs propriétés végétatives. Il y a cependant, dans l'histoire de la greffe animale, des faits qui prouvent que la transplantation de certains tissus peut leur donner une énergie nouvelle; mais nous ne l'avons jamais observé sur l'homme, à titre définitif du moins. Et si dans le cas présent nous trouvons des lambeaux plus grands qu'au moment de leur transplantation, c'est à une autre cause que nous l'attribuons. Nous voyons là l'effet d'une cause physique. C'est l'extension de ces lambeaux par les tiraillements exercés sur eux dans les mouvements de la région, qui nous paraît expliquer l'agrandissement de leur surface.

» Qu'il y ait, sous l'influence de ces mouvements et de l'activité plus grande de la circulation, un peu d'hyperplasie interstitielle, c'est possible; mais je n'ai jamais vu un agrandissement appréciable des lambeaux cutanés en dehors de la cause que je signale. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Delalande-Guérineau. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau, Grandidier.

Prix Jérôme-Ponti. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Cornu, Darboux.

Prix Leconte. — MM. J. Bertrand, Hermite, Berthelot, Milne-Edwards, Cornu.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou, Marcel Bertrand.

Prix Houllevigue. — MM. J. Bertrand, Faye, Berthelot, Hermite, Milne-Edwards.

Prix Cahours. — MM. Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Ditte.

Prix Saintour. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Milne-Edwards, Friedel.

Prix Kastner-Boursault. — MM. Mascart, Cornu, Lippmann, Deprez, Becquerel.

Prix Estrade-Delcros. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Cornu, Wolf, Moissan.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. José Ruiz-Castizo soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvel intégrateur général pour les trois ordres $\int y\,dx$, $\int y^2\,dx$, $\int y^3\,dx$: intégromètre cartésien à évaluation tangentielle. »

(Renvoi aux Sections de Géométrie et de Mécanique.)

M. H. Klein adresse un Mémoire « Sur la densité des liqueurs hydro-alcooliques simples ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Stephan Emmens** adresse une Lettre relative à un projet d'expédition au pôle Antarctique.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de lui faire connaître son avis au sujet d'une proposition de loi modifiant l'heure nationale.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

ASTRONOMIE. — *Le retour de la première comète périodique de Tempel* (1867 II) *en* 1898. Note de M. **R. Gautier**, présentée par M. Lœwy.

« La deuxième comète de 1867 a été découverte par Tempel à Marseille, le 3 avril, et observée un grand nombre de fois cette année-là. Sa périodicité a été reconnue en premier lieu par Bruhns. Elle a été revue et observée en 1873 et en 1879. De 1867 à 1873, son mouvement a subi, sous l'action de Jupiter, de très fortes perturbations qui ont été calculées séparément par MM. Plummer, Seeliger et von Asten. La comète a été retrouvée en 1873, le 3 avril, par M. Stephan à Marseille. De 1873 à 1879, l'action perturbatrice de Jupiter a été faible, les deux astres ayant été constamment à une grande distance l'un de l'autre. La comète a été retrouvée le 24 avril 1879 par Tempel, à Arcetri (Florence), d'après l'éphéméride que j'avais calculée. Dans la période suivante, de 1879 à 1885, l'orbite de la comète a subi de nouvelles transformations sous l'action de Jupiter. Cette action s'est exercée sur les divers éléments toujours dans le même sens et, quoique les variations aient été prises individuellement, moins grandes que durant la période de 1867 à 1873, l'effet total a été tout aussi considérable. C'est ce qui résulte du Tableau suivant :

...que ...n ...moyen ...erlin.	1867.		1873. Avril 15,0.		1879. Avril 24,0.		1885. Avril 12,0.
...l.....	»		4°5′24″,177		−2°10′2″,454		334°45′39″,69
.....	1867 mai 23,7710		1873 mai 9,83096		1879 mai 7,15493		1885 sept. 25,765
......	627″,1050		592″,9765465		593″,1200165		545″,0196
.....	30.31.44,3		27.33.22,79		27.33. 6,69		23°.54′.39″.3
......	6.23.48,6		9.45.58,59		9.46. 2,64		10.50.24,5
...3.....	101.12.13,4	1867,0	78.43.48,42	1873,0	78.45.55,66	1879,0	72.28.27,4
......	236. 3.10,6		238. 2.52,98		238.15.30,65		241.24.53,5

» Les éléments pour 1867 sont ceux qui, d'après un premier calcul, répondent le mieux à l'ensemble des observations de cette année-là. Ils n'ont pas encore été reliés, par un calcul *définitif* des perturbations, à ceux de 1873 et de 1879.

» Ceux-ci sont définitifs et je les ai obtenus comme conclusion à mon travail : *La première comète périodique de Tempel* 1867 II; Genève, 1888 (¹). Les éléments pour 1885 sont ceux qui résultent du calcul des perturbations exercées par Jupiter sur le mouvement de la comète, de 1879 à 1885 (²).

» Les transformations des éléments de l'orbite qui sont ici les plus importantes sont celles du demi-grand axe et de l'excentricité. Le premier a constamment augmenté, tandis que la deuxième diminuait. Il en est résulté un accroissement graduel de la distance périhélie, circonstance très fâcheuse pour l'observation. Les chiffres suivants le montrent clairement :

Année.	Demi-grand axe.	Excentricité.	Dist. périhélie.	Dist. aphélie.
1867.	3,175	0,5080	1,562	4,788
1873-1879.	3,295	0,4626	1,771	4,820
1885.	3,483	0,4060	2,069	4,898

» La comète n'a pas été retrouvée en 1885. Peut-être son éclat intrinsèque avait-il diminué, comme il semble avoir diminué de 1873 à 1879. En tous cas, la distance à la Terre avait presque doublé depuis 1867 et, de plus, l'opposition de 1885 se présentait mal. Elle avait lieu en mars, six mois environ avant l'époque du passage au périhélie, à une distance 1,51 de la Terre. L'opposition suivante de 1892 se présentait mieux, en ce sens qu'elle a eu lieu peu de temps après que la comète eut passé à son périhélie. L'éphéméride que j'ai publiée pour ce retour était assez approchée, ainsi que je m'en suis assuré depuis. Plusieurs observateurs ont cependant cherché la comète dans la région où les calculs fixaient sa position, mais elle n'a pas été retrouvée en 1892.

» Pour préparer une éphéméride en 1898, le temps me manquait pour faire un calcul complet des perturbations subies par la comète depuis 1879. J'ai dû me borner aux calculs suivants qui représentent cependant une approximation suffisante pour le but poursuivi :

» 1° *Revision du calcul des perturbations durant la période de* 1879 *à* 1885. — Je suis parti cette fois des éléments définitifs pour 1879 qui avaient été obtenus postérieurement à l'époque du premier calcul. Il en est résulté

(¹) *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXIX, n° 12, p. 110.

(²) *Astr. Nachrichten*, Vol. CXI, p. 241.

une légère diminution dans l'effet de l'action perturbatrice de Jupiter. Le retard amené par cette action dans l'époque du passage au périhélie, par exemple, a été raccourci de deux jours; il se chiffre encore par le nombre respectable de 146,5 jours.

» 2° *Calcul des perturbations durant la période de* 1885 *à* 1892. — J'ai employé, comme précédemment, la méthode de la variation des éléments et j'ai fait ce calcul à des intervalles de quatre-vingts jours. Cet intervalle est un peu grand, mais il se justifie par le fait que, Jupiter et la comète ayant été, durant toute la période, à grande distance l'un de l'autre, l'action perturbatrice de la planète a été peu accusée. Son effet principal a été un retard de cinq jours dans l'époque du passage au périhélie en 1892.

» 3° *Calcul des perturbations durant la période de* 1892 *à* 1898. — La durée moyenne de la révolution de la comète était de six ans, de 1873 à 1879. Elle a été portée depuis à six années et demie. Il en résulte qu'en 1892 Jupiter avait une assez grande avance en longitude sur la comète. La distance entre les deux astres n'est pas tombée au-dessous de trois fois la distance moyenne de la Terre au Soleil, tandis que, de 1867 à 1873, cette distance était descendue à 0,359, et à 0,546 de 1879 à 1885. Les modifications aux éléments durant cette période-ci n'ont donc pas été comparables à ce qu'elles avaient été durant les deux autres périodes. Le retard amené dans l'époque du passage au périhélie n'a été que de deux jours environ. Voici le Tableau des éléments les plus probables pour les trois oppositions de 1885, 1892 et 1898 :

Époque en temps moyen de Berlin.	1885. — Octobre 9,0.		1892. — Mai 5,0.		1898. — Septembre 11,0.	
M	+ 2° 16′ 50″,96		+ 5° 25′ 7″,86		— 3° 28′ 8″,01	
T	Septembre 23,9562		Mars 30,2677		Octobre 4,0116	
μ	545″,805		545″,3200		542″,6836	
φ	23° 57′ 25″,8		23° 54′ 27″,0		23° 41′ 58″,8	
i	10° 48′ 17″,7		10° 48′ 4″,4		10° 47′ 14″,0	
☊	72.33.46,2	1885,0	72.36.41,7	1892,0	72.36. 5,3	1898,0
ϖ	241.14.14,4		241.24.52,6		241.16. 3,8	

» Au point de vue de l'observation, le retour de la comète en 1898 se présente presque dans les mêmes conditions que celui de 1885. L'opposition a déjà eu lieu le 12 mars dernier, lorsque la distance de la comète à la Terre était 1,56, tandis que le passage au périhélie aura lieu vers le 4 octobre.

» 4° *Calcul d'une éphéméride.* — Malgré ces circonstances défavorables, j'ai cependant tenu à calculer une éphéméride pour les mois prochains, où la comète sera encore en position d'être observée, à cause de l'importance qu'il y a à ce que l'on puisse obtenir quelques observations cette année. J'ai employé à cette effet les éléments suivants, osculateurs le 4 avril :

M	332° 25′ 25″,28	φ	23° 43′ 0″,4	
T...........	Octobre 4,0116	i.......	10.47. 7,6	
μ...........	542″,38726	☊	72.36.53,0	1898,0
		π......	241.16.57,6	

» J'ai calculé, en outre, deux autres éphémérides en faisant varier de $\pm$ 8 jours l'époque du passage du périhélie de 1898. Ces trois éphémérides seront publiées dans les *Astronomische Nachrichten*.

» Le retour suivant de la comète aura lieu en 1905 et sera plus favorable pour l'observation; de même qu'en 1892, l'opposition concordera mieux avec l'époque du passage au périhélie. »

ARITHMÉTIQUE. — *Relations de commensurabilité entre les moyens mouvements des satellites de Saturne.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Appell.

« L'on doit à Lejeune-Dirichlet une méthode d'une élégance et d'une simplicité extrêmement remarquables pour établir le résultat essentiel, capital, de la théorie des fractions continues, sans avoir recours à cette théorie elle-même, et cette méthode ouvre la voie pour l'extension arithmétique de la théorie des fractions continues, pour l'étude également d'autres modes d'approximation des irrationnelles numériques qui jouent un rôle capital dans les parties élevées de la théorie des nombres et se présentent encore en Mécanique céleste.

» Soient α, α', α'', ... des irrationnelles; si l'on forme l'expression

$$\lambda_{m,m',m'',\ldots} = m\alpha + m'\alpha' + m''\alpha'' \ldots - \mathrm{N},$$

où N est le plus grand entier contenu dans la partie irrationnelle, et si l'on donne aux entiers m, m', m'', ... les valeurs

$$m = (0, 1, 2, 3, \ldots, g),$$
$$m' = (0, 1, 2, 3, \ldots, h),$$
$$m'' = (0, 1, 2, 3, \ldots, k),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

on voit immédiatement que l'une des quantités λ sera inférieure à

$$\frac{1}{(2-1)(h-1)(k-1)\ldots-1}.$$

» Déjà, par cette méthode, il est malaisé de voir pour une quantité irrationnelle α les propriétés des *réduites* successives ; aussi ne peut-elle remplacer entièrement la théorie des fractions continues, mais elle la complète avantageusement ; car si, d'une part, elle rencontre là sa limite, elle ouvre, par ailleurs, une voie fertile et féconde pour généraliser à plusieurs inconnues et aborder d'autres questions d'approximation sur lesquelles la théorie des fractions continues n'a aucune prise.

» L'une des applications de cette méthode sera précisément la recherche des relations de commensurabilité entre les moyens mouvements planétaires, si importants pour l'étude des inégalités à longue période ; on sait, du reste, l'usage que fit Laplace d'une pareille relation à trois termes dans son admirable *Théorie des satellites de Jupiter*, et Tisserand a pu donner une remarquable théorie d'Hypérion, le satellite de Saturne, en utilisant également une relation de commensurabilité qui existe entre les moyens mouvements de deux des satellites, Hypérion et Japet (*Bull. astr.*, t. III, p. 425).

» En cherchant à obtenir des relations de récurrence, en quelque sorte, pour les réduites successives dans le cas de plusieurs variables, c'est-à-dire des relations entre les nombres $m, m', m'', \ldots$, qui interviennent pour les approximations successives et que l'on peut, manifestement, supposer positifs ou négatifs, nous avons été conduit à faire quelques remarques qui peuvent abréger les essais et les rendre abordables. En particulier, pour les huit satellites de Saturne nous avons pu obtenir des milliers de relations de commensurabilité approchées, sans cependant qu'elles doivent intervenir dans des termes trop élevés de la fonction perturbatrice. A cet effet, les valeurs suivantes ont été adoptées pour les moyens mouvements :

	Moyen mouvement.	Autorité.
Mimas...	$N_1 = 381,995\,24$	H. Struve, A.N. n° 2983.
Encelade.	$N_2 = 262,731\,55$	» »
Thétis...	$N_3 = 190,697\,96$	» »
Dioné....	$N_4 = 131,534\,99$	» 1er Suppl. aux observations de Poulkovo.
Rhéa....	$N_5 = 79,690\,14$	» A.N. n° 2945.
Titan....	$N_6 = 22,577\,048$	» 1er Suppl. aux observations de Poulkovo.
Hypérion.	$N_7 = 16,919\,364$	Asaph Hall., A.N. n° 2263.
Japet....	$N_8 = 4,538\,042$	Tisserand, Ann. de Toulouse, t. I, p. 51.

» Ne pouvant indiquer ici que très rapidement quelques relations, nous en prendrons qui contiennent le moyen mouvement d'Hypérion, dont la théorie complète a été mise au concours par l'Académie.

» Hypérion - Titan - Japet :

$$4N_7 - 4N_6 + 5N_8 = + 0,059 \qquad 12N_7 - 10N_6 + 5N_8 = - 0,048$$
$$28N_7 - 24N_6 + 15N_8 = - 0,036$$
$$15N_7 - 3N_6 - 41N_8 = - 0,0004 \qquad 8N_7 - 7N_6 + 5N_8 = - 0,006$$

» Hypérion - Rhéa - Thétis :

$$N_7 - 5N_5 + 2N_3 = - 0,135$$

» Ou bien encore à quatre éléments :

$$N_7 - 7N_6 - 4N_8 + 2N_5 = - 0,108 \qquad 3N_7 + 7N_6 - 4N_8 - N_3 = - 0,053$$
$$18N_7 - 15N_6 + 10N_5 - 4N_3 = + 0,002 \qquad 11N_7 - 9N_6 + 5N_5 - 2N_3 = - 0,026$$
$$24N_7 - 18N_6 + 2N_4 - N_2 = + 0,016 \qquad 2N_7 + 7N_6 + 3N_3 - 2N_4 = - 0,019$$

et tant d'autres que l'on peut obtenir, soit directement, soit en combinant les relations déjà obtenues. Mais, si nous prenons, par exemple, les relations

$$3N_7 - 2N_6 + N_8 = + 1,066$$
$$4N_7 - 2N_6 + 5N_8 = - 0,167$$
$$N_7 + 4N_8 = - 1,233$$

il est clair qu'elles ne sont pas indépendantes et, dans la quantité de relations déjà obtenues, le point délicat est de connaître précisément quelles sont celles qui sont réellement indépendantes, si l'on veut trouver, dans le cas actuel, les propriétés récurrentes des solutions approchées en nombres entiers de toutes ces équations linéaires simultanées. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité de* M. Marqfoy. Note de M. Daniel Berthelot.

« M. Marqfoy relève dans un travail récent, où j'ai proposé une méthode purement physique pour la détermination des poids atomiques, l'une des premières phrases, dans laquelle je rappelle que « le poids moléculaire » d'un gaz est proportionnel au produit de sa densité par son volume mo-

» léculaire » et observe qu'il a donné un énoncé analogue dans son Livre *Théorie nouvelle de la Chimie* (1897).

» Cet énoncé ne m'est propre en aucune manière, pas plus qu'à M. Marqfoy. C'est une simple définition, puisque la densité d'un corps est précisément le quotient de son poids par son volume.

» Quant au fait que les volumes moléculaires des divers gaz ne sont pas rigoureusement égaux dans les conditions moyennes de température et de pression et que, par suite, les lois de Gay-Lussac sur les combinaisons gazeuses sont simplement approchées, c'est une vérité connue depuis longtemps et qui résulte immédiatement de l'écart que l'on constate entre les densités expérimentales des gaz et leurs densités théoriques.

» Le point nouveau que j'ai mis en lumière, c'est qu'il suffit de joindre à la connaissance de la densité d'un gaz, au voisinage de 0° et de la pression atmosphérique, la connaissance de sa compressibilité dans les mêmes conditions, pour en déduire son poids moléculaire et les poids atomiques de ses composants, avec une rigueur égale et parfois supérieure à celle des meilleures expériences chimiques.

» Non seulement il n'y a rien d'analogue dans l'Ouvrage de M. Marqfoy, mais les principes sur lesquels je m'appuie, comme les conclusions auxquelles j'arrive, sont en contradiction absolue avec ses idées.

« L'hydrogène, dit-il, s'écartant de la loi de Mariotte, il faut aux très » faibles pressions plus de deux volumes d'hydrogène pour se condenser » avec un volume d'oxygène » (page 97, *Remarque métaphysique sur la formation de l'eau*). C'est la négation même du principe dont je suis parti.

» Il consacre plus de 60 pages de son Livre (XIIe Partie) à démontrer que l'hypothèse d'Avogadro est radicalement erronée et qu'il est impossible de déduire les poids moléculaires des densités gazeuses. Il conclut (p. 453) que « les formules de la Chimie, étant presque toutes établies d'après cette » inexactitude, sont presque toutes à rectifier ».

» D'après lui, le poids moléculaire de l'hydrogène est égal à 1, celui de l'oxygène à 2, celui du carbone à 3, celui du soufre à 11, etc.

» Sa conclusion générale, prévue *a priori* (*Merveilleux procédé de création*, p. 7) et retrouvée après de longs calculs (p. 494), est la suivante : « Les soixante-trois premiers nombres premiers de la série naturelle des » nombres de 1 à 300 sont les équivalents des corps simples de la Chimie. » Cette coïncidence prodigieuse fait éclater la vérité de l'hypothèse de » l'unité de la matière. »

PHYSIQUE. — *Sur les radiations émises par le thorium et ses composés.* Note de M. G.-C. Schmidt, présentée par M. Lippmann.

« Le thorium et ses composés émettent des radiations analogues aux rayons uraniques découverts par M. H. Becquerel. J'ai signalé ce fait dès le 4 février 1898 à la Société de Physique de Berlin. Depuis, Mme S. Curie a retrouvé le même fait de son côté, et l'a fait connaître à l'Académie des Sciences. Je demande donc la permission de présenter à l'Académie quelques-uns des résultats numériques que j'avais obtenus.

» Un plateau en fer bien isolé communique avec un électromètre de Hallwachs. Au-dessus se trouve une toile métallique chargée à 500 volts. On observe la vitesse de charge de l'électromètre, le plateau de fer étant tantôt vide tantôt chargé d'une substance active. J'ai obtenu les nombres suivants :

	Signe de la charge.	Nombre de minutes. 1.	2.	3.	4.
Plateau vide		16	32	52	75
Citrate d'uranium........	+	63	123	»	»
	−	65	131	»	»
Nitrate d'uranium	+	95	166	»	»
	−	90	152	»	»
Oxyde de thorium	+	90	156	»	»
	−	102	181	»	»
Sulfate de thorium.......	+	40	81	124	»
	−	60	98	134	»
Nitrate de thorium.......	+	43	89	126	»
	−	42	82	110	»

» Le signe de la charge est indifférent. L'effet se produit même au travers d'une feuille mince d'aluminium. »

PHYSIQUE. — *Sur les cycles de torsion magnétique d'un fil d'acier.* Note de M. G. Moreau, présentée par M. J. Violle.

« I. Un fil d'acier simplement écroui, qui n'a jamais été tordu, placé suivant les lignes de force d'un champ magnétique et tordu de + T degrés,

a une torsion magnétique qui suit les mêmes lois que celles du fer doux [1]. Elle est indépendante de la direction du champ et cesse avec lui. Elle change de sens de part et d'autre du champ avec un maximum sur chaque bord.

» En un point d'un fil et pour un champ donné, la courbe de torsion magnétique en fonction de T, appelée *courbe primaire*, est rectiligne pour les faibles torsions élastiques T. Elle s'infléchit ensuite rapidement et tend vers une direction parallèle à l'axe des T, après un *maximum* peu différent de la valeur limite t_m correspondant aux grandes torsions. Son *inclinaison primaire* Γ à l'origine est caractéristique de la composition chimique de l'acier. Elle est plus petite que celle du fer doux et peut servir à la mesure du module d'élasticité du fil.

» II. D'un point quelconque A (torsion élastique + T) de la courbe primaire, on obtient, par détorsion lente jusqu'en T', un parcours descendant ABA' qui traverse l'axe OT en B, tel que $OB = T_r$ définit la torsion résiduelle primaire du fil tordu à + T. En retordant le fil de T' à + T, on décrit un parcours montant A B'A qui fixe avec le premier un cycle entre + T et T'. Les deux côtés du cycle présentent en B et B' (points où ils rencontrent OT) un point d'inflexion et une allure *rectiligne* différente de l'inclinaison primaire Γ et fonction des torsions + T et T', limites du cycle.

» Ils se raccordent tangentiellement en A et A' et ne sont superposables par rotation des axes que si T' = — T.

» A l'intérieur du premier cycle on fixera une infinité d'autres cycles ayant comme origines les points des parcours précédents. On pourra donc tracer dans le plan (t_mT) une infinité de courbes montantes et descendantes dont voici les propriétés :

» *a*. A toute courbe montante correspond une courbe descendante symétrique par rapport à l'origine ;

» *b*. En tout point d'une courbe montante, la courbe descendante qui en part lui est tangente ;

» *c*. Par chaque point B de l'axe des torsions élastiques OT, on peut faire passer une infinité de courbes montantes et descendantes. L'inclinaison de ces courbes varie entre une limite inférieure I_i, commune à tous les points B et une limite supérieure I_s, qui tend vers l'inclinaison primaire Γ pour les points voisins de l'origine, et vers I_i pour les points éloignés. A l'origine, les courbes montantes et descendantes sont deux à deux superposées.

---

(1) *Comptes rendus*, 7 février 1898.

» *d*. Pour les fils d'acier de diamètres différents, l'inclinaison primaire Γ est la même, ainsi que l'inclinaison limite. Ces deux inclinaisons très inégales ($\Gamma = 7$, $I_l = 2,4$ pour cordes de piano de $0^{cm},75$ de longueur et de diamètres $0^{cm},06$, $0^{cm},07$, $0^{cm},075$) caractérisent, dans un champ donné, deux états moléculaires du même acier.

» III. Pour deux champs magnétiques différents, les courbes montantes et descendantes du même fil ont des inclinaisons dont le rapport *constant* est uniquement fonction des champs. Ce résultat me paraît établir que *les constantes élastiques d'un fil tordu ne sont pas modifiées par l'action magnétique* qui caractérise simplement l'état de torsion du fil.

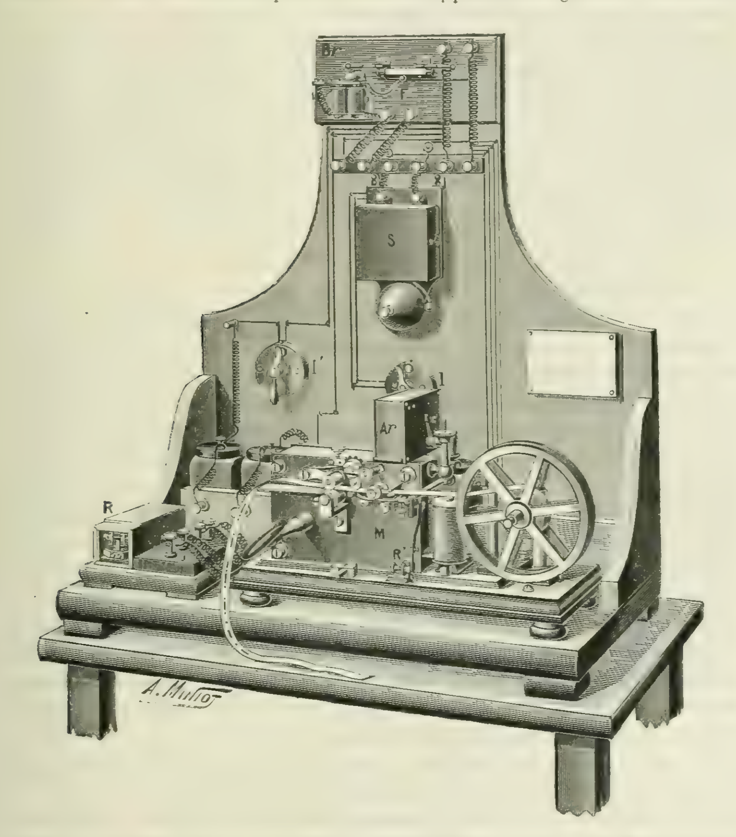
» IV. Le fer doux et l'acier fortement recuit présentent le même système de courbes que l'acier écroui. L'inclinaison limite, atteinte dès les premières torsions élastiques, diffère peu de l'inclinaison primaire. L'acier trempé a des propriétés intermédiaires. L'inclinaison Γ est la même que pour un acier écroui de même composition chimique, mais son inclinaison limite en diffère : la différence $\Gamma - I_l$ sera d'autant plus petite que l'acier aura été plus recuit et *caractérisera le degré du recuit*. La position moyenne de l'acier trempé entre le fer doux et l'acier écroui s'explique quand on remarque que la trempe et le recuit font disparaître en partie la cristallisation d'un acier.

» Pour les corps étudiés, on peut rapprocher les courbes de torsion magnétique des courbes *typiques* ou *caractéristiques* définies par MM. Brillouin et Bouasse pour la torsion élastique pure. Elles permettent en outre, ainsi que je le montrerai prochainement, de suivre pas à pas les déformations permanentes d'un fil qui a subi une série quelconque de torsions et détorsions. »

ÉLECTRICITÉ. — *Poste récepteur pour la télégraphie hertzienne sans fils.* Note de M. E. DUCRETET, présentée par M. Wolf.

« En 1895, M. le Professeur A. Popoff a décrit et réalisé un appareil enregistreur des ondes électriques produites soit par les perturbations atmosphériques, soit par un oscillateur de Hertz, en vue de la réception, à grande distance, de signaux intermittents lancés ainsi dans l'espace. A cette époque, dans ses publications et ses présentations aux Sociétés savantes russes, M. Popoff avait montré que son appareil pouvait être pratiquement employé par la Marine pour la transmission des signaux. Le sys-

tème imaginé et employé par M. Popoff peut être ainsi résumé : les ondes électriques intermittentes émises à distance par l'oscillateur arrivent au tube à limaille de M. Branly; celui-ci devient conducteur et ferme, par suite, le circuit d'un relais qui commande l'appareil enregistreur; en même



temps, automatiquement, un petit marteau frappe sur le tube Branly. Sous l'action de ce choc la conductibilité du tube à limaille disparaît et tout reprend l'état primitif jusqu'à ce qu'une nouvelle onde frappe le *radioconducteur :* c'est le nom que M. Branly a donné à ses tubes à limaille; ils con-

stituent des *révélateurs* extrêmement sensibles, même à grande distance, de courants induits.

» Le *poste récepteur* que j'ai l'honneur de présenter comprend les mêmes organes mais avec des dispositifs qui me sont personnels. La figure ci-contre montre l'ensemble des appareils fixés sur un support unique.

» En Br se trouve le *radioconducteur Branly* avec son frappeur automatique F. Mon modèle ne comporte pas de tube de verre et les cylindres intérieurs, entre lesquels se trouve la limaille métallique, sont réglables. L'action de l'air extérieur sur la limaille est évitée dans la construction de ce tube spécial. Ainsi que l'a indiqué M. Popoff, il est nécessaire de mettre en communication une des électrodes du radioconducteur avec un fil vertical fixé sur un mât : l'autre électrode est mise à la terre. Ces conducteurs forment capacité électrique.

» Notre *relais sensible,* mis dans le circuit du radioconducteur, est en R. Il est à armatures polarisées placées sur un axe horizontal, et équilibrées. Ce relais commande un *enregistreur télégraphique* à *signaux Morse* M; mais mon modèle est *automatique* et c'est surtout en vue de son application à la télégraphie hertzienne que j'ai réalisé ce dispositif qui a une réelle importance. Il est évident que le récepteur Morse, par suite de la sensibilité du *radioconducteur* Br, recevra toutes les ondes électriques susceptibles d'agir sur le tube à limaille Br : que ces ondes soient d'origine atmosphérique ou qu'elles soient lancées à distance par un oscillateur-transmetteur, ou par toute autre source, elles agiront sur une sonnerie d'appel S placée près ou loin du récepteur, et il faudra un employé télégraphiste en permanence pour faire dérouler le morse à chaque appel et l'arrêter ensuite lorsque les ondes cessent de se manifester.

» En rendant le *morse automatique,* je supprime la présence obligatoire du télégraphiste pour la réception des signaux. Seul, de lui-même, le morse fait dérouler son papier dès qu'un appel se fait entendre et il s'arrête également de lui-même dès que ces ondes cessent. Un espace blanc sépare chaque dépêche ou chaque réception d'ondes.

» Pour la télégraphie ordinaire et surtout pour celle hertzienne l'importance de cette application ne peut échapper aux expérimentateurs.

» Les signaux lancés dans l'espace se font par successions d'émissions d'ondes, par longues et par brèves, qui constituent les signaux conventionnels à transmettre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium.* Note de M. G. **Bredig**.

« A la page 1025 du Tome CXXVI des *Comptes rendus* M. Legrand déclare ne pas avoir trouvé dans la littérature de données numériques sur la conductibilité des solutions de $KMnO^4$. Je crois pouvoir dire ici qu'il y a quelques années déjà j'ai fait des mesures de cette espèce, les résultats ont été publiés dans la *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XII, p. 233 (1894); t. XIII, p. 217 (1894). MM. Franke et Lovén ont fait également des recherches analogues : voir la même Revue, t. XVI, p. 475 (1895) et t. XVII, p. 376 (1895). »

M. le **Secrétaire perpétuel** fait remarquer que la conductibilité des dissolutions de permanganate de potassium a été mesurée en 1884 par M. Bouty pour des concentrations de $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{4000}$ [*Sur la conductibilité électrique des dissolutions salines très étendues* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III; p. 446, 1884)].

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère. Exemple de l'application des formules.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Appliquons les formules de la variation de la pression (1) à la latitude $\lambda = +60°$, la déclinaison solaire étant $\pm 20°$ (été ou hiver), le méridien pris pour origine étant toujours celui du Soleil au moment de la phase.

» On trouve, pour l'effet uniforme de l'attraction solaire :

$$\Sigma = S'(\pm 0,87 \times 0,34 + 0,50 \times 0,94 \cos z)$$
$$\Sigma = S'(\pm 0,30 + 0,47 \cos z),$$

(1) Voir *Comptes rendus*, nos 14 et 16 (4 et 18 avril 1898). Même légende.
Les valeurs de Σ, ou diminution de la pression, sont données aux pages 1054 et 1055.

soit au méridien d'origine, et à midi et minuit dudit :

	Midi.	Minuit.
En été	$+0,77\,S'$	$-0,17\,S'$
En hiver	$+0,17\,S'$	$-0,77\,S'$

» Le premier terme du coefficient de S', ou terme en sinus, est l'effet moyen du progrès de la saison sur le parallèle. Le second terme, ou terme en cosinus, correspond à la rotation terrestre ; les écarts sur la moyenne du parallèle, en la durée du jour, y sont donnés par une sinusoïde, établie avec le rayon $0,47\,S'$ sur l'abscisse à la hauteur $\pm\,0,30\,S'$. On a l'onde développée en reportant ces écarts sur le développement du parallèle.

» Il faudrait ajouter « l'onde d'échauffement », spéciale et variable, laquelle peut être déduite de la comparaison de la sinusoïde avec la variation barométrique diurne du lieu et de la saison.

» Pour l'action lunaire, on a

à NL............	$\Sigma = L'(0,87 \sin \delta_L + 0,50 \cos \delta_L \cos \alpha)$
à PQ............	$\Sigma = L'(0,87 \sin \delta_L - 0,50 \cos \delta_L \sin \alpha)$
à PL............	$\Sigma = L'(0.87 \sin \delta_L - 0,50 \cos \delta_L \cos \alpha)$
à DQ............	$\Sigma - L'(0,27 \sin \delta_L + 0,50 \cos \delta_L \cos \alpha)$

» Si l'on néglige le déplacement du méridien d'origine et qu'on le prenne arbitrairement, on a, en appelant φ l'angle (en sens inverse) du méridien de la Lune avec ce méridien arbitraire, la formule générale approximative

$$\Sigma = L'[0,87 \sin \delta_L + 0,50 \cos \delta_L \cos (a - \varphi)].$$

» Le terme en sinus correspond à l'effet, sur la moyenne barométrique du parallèle, du progrès de la révolution tropique au moment où la déclinaison est δ_L. Les écarts à cette moyenne, ou plutôt à la spire sinusoïdale $0,87 \sin \delta_L$, sont, pendant la rotation, donnés par une pseudo-sinusoïde, où le rapport du rayon à employer à la longueur du parallèle parcouru varie avec la valeur absolue de la déclinaison lunaire (¹).

(¹) La définition géométrique de la courbe serait difficile et sa représentation analytique compliquée.

En somme, il y a dans l'onde lunaire :

Une forme générale en ondulation simple, résultant du fait que l'action instantanée change de signe d'un côté du globe à l'autre ;

Des modifications continues commandées par les différentes révolutions lunaires, de durées incommensurables entre elles et avec celle de la rotation terrestre, modifica-

» On aurait, approximativement, sur un point quelconque du parallèle, à midi et minuit du lieu, la déclinaison lunaire étant $\pm 20^\circ$:

A midi.	A minuit.
$\Sigma = L'(\pm 0,30 + 0,47 \cos \varphi)$,	$\Sigma = L'(\pm 0,30 - 0,47 \cos \varphi)$.

» Et, en combinant les attractions des deux astres,

	Midi.
Au jour de NL..........	$\Sigma = (S' + L')(\pm 0,30 + 0,47)$
» de PL..........	$\Sigma = \pm 0,30(S' + L') + 0,47(S' - L')$
	Minuit.
Au jour de NL..........	$\Sigma = (S' + L')(\pm 0,30 - 0,47)$
» de PL..........	$\Sigma = \pm 0,30(S' + L') + 0,47(L' - S')$

» Soit, pour δ_s et δ_L égales toutes deux à $+ 20$,

	Midi.	Minuit.
Au jour de NL...	$\Sigma = 0,77(S' - L')$	$\Sigma = -0,17(S' - L')$
» de PL...	$\Sigma = 0,77S' - 0,17L'$	$\Sigma = 0,77L' - 0,17S'$

et pour δ_s et δ_L égales à $- 20^\circ$

Au jour de NL...	$\Sigma = 0,17(S' - L')$	$\Sigma = -0,77(S' + L')$
» de PL...	$\Sigma = 0,17S' - 0,77L'$	$\Sigma = 0,17L' - 0,77S'$

» On voit qu'à cette latitude :

» Pour une déclinaison de $+ 20^\circ$ aux deux astres

à NL, la baisse barométrique sous les deux astres est plus forte que la hausse à l'opposé, dans le rapport de 77 à 17;

à PL, la baisse barométrique, de part et d'autre sous chacun des deux astres, est relativement plus forte que la hausse aux opposés, dans le même rapport;

» Pour une déclinaison commune de $- 20^\circ$

à NL, c'est la hausse à l'opposé qui dépasse la baisse au passage dans la même proportion;

à PL, il y a le même renversement dans les valeurs des baisses et des hausses.

---

tions telles, par conséquent, que malgré leur rapidité et leur diversité elles ne peuvent jamais ramener l'onde à ce qu'elle était à un moment donné. De plus, ces modifications incessantes, ainsi que les reliefs du globe, produisent des cumulations compliquées.

Ce qu'il faut étudier, répétons-le, ce sont les lois des variations et des cumulations afférentes à chaque révolution.

» Remarquer, en particulier, qu'à la déclinaison — 20° et à minuit, la hausse est encore augmentée, à une telle latitude, par l'onde d'échauffement, ou, pour parler plus clairement, par le refroidissement nocturne.

» Les formules employées n'ont sans doute de nouveau que la signification attribuée aux effets de S′ et de L′, d'après l'étude des observations simultanées et dès le commencement, déjà lointain, de cette Étude.

» La présente esquisse d'application fait ressortir, une fois de plus, l'importance capitale de la latitude du lieu et de la déclinaison de l'astre, le coefficient de la moyenne par parallèle allant, avec l'élévation en latitude, de o à la valeur positive ou négative du sinus de la déclinaison, et celui de l'écart de la sinusoïde allant de la valeur du cosinus à o.

» Qu'on me permette de le dire, il ne faut chercher ni à faire tourner sur le globe des choses qui ne tournent pas, comme un effet identique sur tous les méridiens, ou comme une onde interrompue par le relief, ni à commander le calme à quelque chose qui tourne, comme l'air autour des centres de pression ou de dépression. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'iodure de glucinium* (1). Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Wöhler (2) puis Debray (3) ont indiqué la formation d'un iodure de glucinium dans l'action de l'iode sur le métal. Ils décrivent ce composé comme étant un sublimé blanc, très volatil suivant l'un, moins volatil que le chlorure suivant l'autre. Aucun travail n'a été publié depuis concernant l'étude de ce corps. La préparation du métal semble d'ailleurs avoir été un obstacle suffisant pour empêcher de nouvelles recherches.

» Nous avons pu, en étudiant les propriétés du carbure de glucinium, trouver un procédé nous permettant d'obtenir facilement et en notable quantité un composé cristallisé et défini d'iode et de glucinium. La vapeur d'iode entraînée par un courant d'hydrogène ou mieux l'acide iodhydrique sec attaque en effet le carbure de glucinium vers 700° en produisant un iodure de glucinium très pur.

---

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) Wöhler, *Pogg. Ann.*, t. XIII; 1828.

(3) Debray, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLIV, p. 24; 1855.

» Pour préparer facilement cet iodure, on dispose un tube de verre de Bohême de 20^{mm} ou 22^{mm} de diamètre sur une petite grille à analyse. Ce tube doit avoir une longueur égale à deux fois celle de la grille. Le carbure de glucinium pulvérisé (5^{gr} à 6^{gr}) est placé dans une nacelle de porcelaine ou dans le tube même. On fait passer un courant de gaz iodhydrique puis l'on chauffe au rouge cerise. L'attaque du carbure se produit d'une façon régulière, l'iodure distille et se condense dans la partie froide du tube en un feutrage de cristaux.

» Lorsque le carbure est bien pur, on obtient de suite un iodure parfaitement blanc que l'on recueille dans un récipient rempli de gaz carbonique sec. S'il est coloré en jaune par une petite quantité d'iodure de fer, il suffit de le sublimer dans un courant d'acide carbonique sec : l'iodure de fer est entraîné dès le début et l'iodure de glucinium se sublime ensuite en très beaux cristaux.

» L'analyse nous a montré que ce corps répond à la formule GlI^2 ou Gl^2I^6 suivant que l'on prend pour poids atomique du glucinium le nombre 9,08 ou bien 13,8 :

				Calculé pour GlI^2.
Iode pour 100	96,46	96,37	96,49	96,54
Glucinium	3,49	3,52	3,47	3,45
	99,95	99,89	99,99	99,99

» L'iodure de glucinium se présente en cristaux incolores très altérables à l'air humide. Sa densité à 15° est très voisine de 4,20. Il fond vers 510° et se sublime déjà notablement avant de fondre. Sa température d'ébullition est comprise entre 585° et 595°. Il sera donc vraisemblablement facile de déterminer sa densité de vapeur. Nous reviendrons plus tard sur ce sujet. L'iodure de glucinium est insoluble dans la benzine, le toluène, l'essence de térébenthine, et légèrement soluble dans le sulfure de carbone.

» L'eau réagit violemment sur l'iodure de glucinium en donnant un iodure hydraté soluble. Cette propriété rend le maniement de ce corps un peu délicat, la moindre trace d'eau le décomposant partiellement. Fondu, il est beaucoup moins altérable, aussi est-ce sous cette forme que nous avons étudié ses principales propriétés.

» Il distille dans un courant d'hydrogène sec sans altération. Le chlore et le brome le décomposent en donnant les composés correspondants avec mise en liberté d'iode. Le fluor l'attaque en produisant des fluorures d'iode et de glucinium.

» Le fluor et le chlore agissent à froid avec incandescence.

» Le cyanogène réagit sur l'iodure de glucinium au-dessous du rouge et donne une matière blanche moins volatile produisant avec l'eau une solution limpide présentant les caractères d'un cyanure. On n'avait pu jusqu'à ce jour obtenir de combinaison cyanée du glucinium.

» Chauffé dans l'oxygène, l'iodure de glucinium prend feu au-dessous du rouge. Sa vapeur brûle au contact de l'air. Le soufre le transforme en sulfure fixe au rouge vif et décomposable par l'eau.

» Cette expérience met bien en évidence la formation d'un composé sulfuré du glucinium. On sait que Debray et Fremy ont indiqué qu'ils n'avaient pu préparer de sulfure de glucinium en employant les méthodes ordinaires.

» Dans un courant d'azote l'iodure distille sans changer de composition et d'aspect. La vapeur de phosphore, au contraire, le détruit et fournit une combinaison de phosphore et de glucinium.

» Le sodium réduit l'iodure de glucinium vers +350°; le potassium et le lithium réagissent aussi avec incandescence vers la même température. Il se forme des iodures alcalins et du glucinium. Le magnésium donne, vers 450°, de l'iodure de magnésium et du glucinium. Cette réaction est importante. L'aluminium, l'argent, le cuivre et le mercure sont sans action au-dessous de la température de ramollissement du verre.

» L'hydrogène sulfuré ne réagit pas à la température ordinaire. Si l'on chauffe légèrement, il se forme de l'acide iodhydrique et il reste une substance blanche fixe analogue au sulfure obtenu par l'action du soufre.

» Le gaz ammoniac est absorbé à froid très rapidement et donne une poudre blanche beaucoup moins altérable que l'iodure et répondant d'après nos analyses à la formule $2GlI^2 . 3AzH^3$. En chauffant légèrement il se produit une nouvelle absorption d'ammoniac et la substance fond en un liquide incolore cristallisant par refroidissement. Un contact prolongé donne également naissance à un corps plus riche en ammoniac.

» L'iodure de glucinium réagit sur un grand nombre de composés organiques.

» Il se dissout dans les alcools bien privés d'eau sans échauffement notable. Avec l'alcool absolu on obtient un composé cristallin. Avec l'éther il produit aussi une combinaison un peu soluble dans un excès d'éther.

» Il ne réagit point à froid, comme l'iodure d'aluminium, sur le tétrachlorure de carbone. Il est également sans action sur le chlorure C^2Cl^4. L'anhydride acétique, le chloral anhydre et un très grand nombre de composés organiques oxygénés donnent des réactions énergiques.

» Enfin les ammoniaques composées et les bases organiques, notamment l'aniline et la pyridine, produisent avec l'iodure de glucinium des combinaisons cristallisées.

» *Conclusions.* — En résumé, par l'action de l'acide iodhydrique sur le carbure de glucinium nous avons obtenu un iodure de formule GlI^2 en beaux cristaux transparents. Ce nouvel iodure est très actif, il réagit sur un grand nombre de corps et pourra servir à préparer avec facilité de nouveaux composés du glucinium tels que le phosphure, le sulfure et le cyanure. Il s'unit aussi avec facilité aux composés organiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la présence naturelle de grandes proportions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium dans le jus des raisins et dans les vins des régions salées de l'Oranie.* Note de M. **Edmond Bonjean**, présentée par M. Moissan.

« Au mois de septembre 1897 nous avons été chargé, par le Comité consultatif d'hygiène publique, d'une mission dans la province d'Oran afin de recueillir sur place des raisins et des vins de provenance authentique et de décider, par l'analyse, si réellement des vins de cette région peuvent contenir *naturellement* plus de $0^{gr},607$ de chlore combiné par litre (ce qui représente 1^{gr} de chlorure de sodium).

» En France ce fait était contesté et la loi (1) considérait comme falsifiés et poursuivait comme tels les vins qui renfermaient plus de $0^{gr},607$ de chlore. En Algérie on soutenait que des vins absolument *purs* de certaines régions renfermaient naturellement des proportions beaucoup plus considérables de chlore.

» Au cours de notre enquête dans les régions situées sur les bords des lacs salés de l'Oranie : Misserghin, Bou-Ya-Cor, Quatre-Chemins, Saint-Cloud, La Senia, nous avons prelevé avec tous les soins et garanties voulus des raisins sur pieds et sur treilles, et des vins en cours de fermentation. Des moûts fermentés furent préparés avec ces raisins.

» Contrairement à ce qui est admis, les vignes résistent dans ces terrains saumâtres en moyenne huit à dix ans et donnent un rendement moyen de 70^{hl} à l'hectare.

» Le chlore a été rigoureusement dosé en prenant la précaution indis-

(1) Loi du 11 juillet 1891, article 2.

pensable d'alcaliniser, par le carbonate de soude pur, le résidu avant l'incinération.

» Sur 28 échantillons de vins nous avons trouvé 2 échantillons renfermant moins de 0,607 de chlore; l'un Cl = 0,315 provient d'une région située à 15^{km} des lacs salés; l'autre Cl = 0,582 provient de terrains fortement irrigués (Habra-Macta).

1	échantillon	renferme	0^{gr},31 de Cl par litre
1	»	»	0,58 »
1	»	»	0,60 »
15	»	»	de 0,60 à 1^{gr},2 par litre
4	»	»	1,2 à 1^{gr},8 »
3	»	»	1,8 à 2^{gr},4 »
1	»	»	2,67 de Cl par litre
1	»	»	3,27 »
1	»	»	4,50 »

» Le Tableau suivant représente les chiffres de chlore, de sodium, de potassium ainsi que d'acide phosphorique dosés dans les moûts et dans le vin renfermant le plus de chlore. La soude et la potasse ont été nettement séparées au moyen des chloroplatinates, dosées et caractérisées.

	Chlore, Cl.	Potassium en K^2O.	Sodium en Na^2O.	Acide phosphorique en P^2O^5.
Région des Quatre-Chemins (Dayat-Morselli).				
Raisins noirs sur treilles	4,552	3,591	2,291	0,715
Vin de la même propriété	4,500	2,165 [1]	2,719	»
Région de la Senia.				
Raisins blancs sur pieds (ferme A. M.).	2,003	1,512	1,777	0,043
» (ferme B.)	1,396	0,797	1,330	0,025
Région de Misserghin (Sebka).				
Raisins blancs sur pieds (ferme F.)	1,214	1,349	1,276	0,050
» (ferme Th.)	0,910	1,111	1,453	0,020
Région de Bou-Ya-Cor (Sebka).				
Raisins blancs sur treilles	1,942	1,173	2,042	0,055

(1) Dans le vin une certaine quantité de potassium est précipitée à l'état de bitartrate (crème de tartre).

» Les chiffres précédents montrent la facile absorption du chlorure de potassium et du chlorure de sodium par la Vigne, les fortes proportions que le jus de raisins peut en contenir et qui persistent dans les vins après la fermentation des moûts.

» Ces faits démontrent la grande prudence et le soin qu'il faut apporter à l'étude des falsifications des matières alimentaires en général et en particulier des vins; le dosage du chlore, seul, est insuffisant pour établir qu'un vin est salé artificiellement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle réaction des alcools tertiaires et de leurs éthers.* Note de M. G. Denigès.

« La réaction générale des carbures éthéniques, que j'ai fait connaître dans ma dernière Note (¹), permet de caractériser toutes les substances fournissant plus ou moins aisément ces carbures; tels sont : les hydrates d'ammonium quaternaires, les dérivés mono et bihalogénés des hydrocarbures saturés, etc. Mais il n'est pas de composés plus faciles à déceler, par ce procédé, que les alcools tertiaires, pour lesquels le sulfate mercurique est à la fois un agent de déshydratation, producteur du carbure éthénique et le réactif qui fixera ce carbure, aussitôt formé, à l'état de combinaison insoluble.

» Il suffit, pour appliquer la méthode, de chauffer une ou deux gouttes de l'alcool considéré avec quelques centimètres cubes du réactif mercurique employé pour les carbures éthéniques (²) : il se forme bien vite un précipité jaune plus ou moins foncé, parfois rougeâtre, la teinte variant un peu selon l'alcool essayé.

» Je développerai particulièrement ici ce qui a trait aux deux alcools tertiaires les plus connus et les plus faciles à se procurer, le triméthylcarbinol et l'éthyldiméthylcarbinol, afin de montrer l'identité des dérivés obtenus avec ces alcools et les carbures éthéniques correspondants.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1145.

(²) Une erreur d'impression ayant donné dans ma précédente Note (*loc. cit.*) un chiffre inexact d'oxyde mercurique (500gr au lieu de 50gr) pour la préparation de ce réactif, je reproduis ici sa formule

HgO	50gr
SO^4H^2	200cc
Eau	1000cc

» *Alcool butylique tertiaire.* — Pour préparer la combinaison de ce corps avec le sulfate de mercure, on en mélange 1^{cc} dans un ballon, avec 200^{cc} de réactif mercurique et 200^{cc} d'eau. On porte à l'ébullition, qu'on maintient deux ou trois minutes au plus, de façon que l'abondant précipité qui se forme devienne cohérent.

» On laisse déposer, on décante, on verse sur le résidu jaune, très lourd, 300^{cc} à 400^{cc} d'eau bouillante, on décante encore ; on fait trois ou quatre fois cette opération, on filtre et on lave à l'eau chaude. On étale le produit sur des plaques poreuses, puis on achève la dessiccation sur l'acide sulfurique, entre des doubles de papier ou à l'obscurité.

» Le composé obtenu est d'un beau jaune, il a donné à l'analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^4H^8$.
Hg	pour 100............	75,55	75,38
SO^4H^2	»	18,47	18,48
C	»	2,92	3,01
H	»	0,59	0,50

» Il répond donc à la formule

$$\left(SO^4\begin{matrix}\diagup Hg \diagdown \\ \diagdown Hg \diagup\end{matrix}O\right)^3.C^4H^8,$$

identique à celle du composé obtenu directement avec le diméthyléthylène dissymétrique. Comme ce composé, il se dissout, avec effervescence, dans ClH en excès en donnant du butylène gazeux et du chlorure mercurique.

» Maintenu à l'ébullition dans son eau-mère pendant plus de dix minutes, il change de teinte, devient de plus en plus blanc et se transforme finalement en sulfate mercureux avec oxydation du résidu butylénique.

» La réaction du triméthylcarbinol avec SO^4Hg est encore nette, à l'ébullition, avec $0^{gr},0001$ de cet alcool pour 2^{cc} de réactif.

» *Alcool amylique tertiaire.* — Si l'on mélange à froid de l'alcool amylique tertiaire avec trente à quarante fois son volume de réactif mercurique et qu'on chauffe sans atteindre l'ébullition, il se forme un précipité jaune clair, de composition analogue à celle du sulfate de mercure-butylène et identique à celle de la combinaison mercurielle que donne le pental.

» Dans les conditions où il se produit, ce composé très oxydable disparaît brusquement à l'ébullition en donnant presque aussitôt un précipité blanc, cristallin, de sulfate mercureux, lequel brunit bien vite par

formation de mercure métallique. Les trois phases de la réaction se voient très bien en portant à l'ébullition, dans un tube, 2^{cc} de réactif mercurique et ajoutant, immédiatement après, une goutte d'éthyldiméthylcarbinol.

» La façon différente dont se comportent l'alcool amylique tertiaire et le pental, vis-à-vis du sulfate mercurique, permet de distinguer aisément ces deux corps.

» 1° *A froid.* — On met dans un tube 2^{cc} de réactif mercurique et l'on ajoute une goutte de pental ou d'alcool amylique tertiaire; avec le premier, il se produit en moins d'une minute un trouble jaune allant en augmentant et faisant place à un dépôt abondant après dix minutes, temps au bout duquel le réactif additionné d'alcool amylique commence à peine à louchir, mais donne à chaud la réaction en trois phases, indiquée précédemment.

» 2° *A chaud.* — On porte à l'ébullition, dans un tube, 2^{cc} de réactif mercurique et, cessant de chauffer, on ajoute aussitôt une goutte du liquide à essayer. Avec le pental il se forme un précipité jaune ne changeant pas d'aspect; avec l'alcool amylique tertiaire, le précipité devient rapidement blanc et cristallin puis finalement grisâtre.

» Les autres alcools tertiaires donnent, avec le même réactif, des composés du même ordre que ceux que fournissent le diméthylcarbinol et l'éthyldiméthylcarbinol.

» Il faut remarquer, toutefois, que les alcools tertiaires qui ne peuvent fournir de carbures éthyléniques par déshydratation, tels que le triphénylcarbinol, la fonction alcoolique tertiaire de l'acide citrique, etc., n'entrent pas en réaction avec le sulfate mercurique.

» Les alcools primaires et secondaires ne fournissent rien de semblable; cependant l'alcool isopropylique, qui se déshydrate assez aisément, en donnant du propylène, précipite le sulfate mercurique, mais avec infiniment moins de facilité que les alcools tertiaires et se distingue nettement de ces alcools, sous ce rapport.

» Enfin, les éthers des alcools tertiaires réagissent aussi avec le sulfate mercurique lorsqu'on les chauffe avec ce réactif; ils perdent d'abord les éléments de l'acide dont ils renferment le radical et l'hydrocarbure libéré fournit les combinaisons mercuriques jaunes, déjà décrites. Le fait est particulièrement net avec le nitrite d'amyle tertiaire, employé en médecine.

» J'étudierai prochainement les combinaisons mercuriques obtenues avec d'autres fonctions organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcalis sur l'ouabaïne*. Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Les alcalis, potasse, soude ou baryte, en solutions aqueuses ou alcooliques, n'hydrolysent pas l'ouabaïne, même à l'ébullition; elles donnent naissance à un dérivé d'hydratation formé sans dédoublement et sans qu'il y ait production de sucre réducteur. En tube scellé à 140°, la réaction est absolument identique, même avec des solutions alcalines concentrées.

» Le corps ainsi formé est un acide monobasique, qui décompose les carbonates alcalins ou alcalino-terreux, qui rougit la teinture de tournesol bleue et qui donne des sels en général très solubles dans l'eau et difficilement cristallisables.

» Pour préparer cet acide, qu'on peut appeler l'*acide ouabaïque*, on chauffe pendant douze heures, à l'ébullition, une partie d'ouabaïne cristallisée avec trois parties de strontiane hydratée dissoute dans dix parties d'eau.

» Le produit de la réaction, sursaturé à chaud par le gaz carbonique, filtré, donne un liquide qui est évaporé dans le vide, à consistance de sirop, puis versé peu à peu dans dix fois son volume d'alcool absolu.

» Le sel strontique se sépare d'abord en flocons blancs qui deviennent peu à peu microcristallins. Le sel essoré, dissous dans l'eau est décomposé par la quantité strictement nécessaire de SO^4H^2. Le liquide filtré concentré dans le vide donne l'acide ouabaïque.

» C'est un corps amorphe, blanc jaunâtre et qui ressemble à de la gomme; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, qui le dissolvent cependant avec lenteur; insoluble dans l'éther. Cet acide fond peu nettement vers 235°, en se décomposant avec émission de gaz à odeur de caramel; il possède un pouvoir rotatoire lévogyre qui a été déterminé pour le sel de baryum. Traité par les acides minéraux étendus et bouillants, il s'hydrolyse en donnant du rhamnose et une résine ayant beaucoup d'analogie avec celle qui prend naissance dans l'hydrolyse directe de l'ouabaïne.

» La formule de l'acide ouabaïque $C^{30}H^{48}O^{13}$ a été déduite de l'analyse de ses sels. Les ouabaïates de sodium et de potassium peuvent être obtenus facilement en dissolvant 1 molécule d'ouabaïne hydratée dans 10 parties d'alcool à 97° et en ajoutant à cette dissolution chaude 1 atome de Na ou de K également dissous dans l'alcool; le sel se précipite bientôt en microcristaux.

» Les ouabaïates alcalins sont très solubles dans l'eau et ne cristallisent pas par évaporation de la solution aqueuse, ils sont insolubles dans l'alcool même bouillant.

» *Ouabaïate de sodium :* $C^{30}H^{47}NaO^{13}, 3H^2O$. — Contient 3 molécules d'eau; séché dans l'air sec, il les perd à 130° :

	Trouvé.	Calculé.
H^2O	7,75 p. 100	7,80 p. 100

Composition élémentaire du sel anhydre :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	56,32	56,42
Hydrogène	7,36	7,37
Sodium	3,47	3,60
Oxygène	32,85	32,61
	100,00	100,00

» *Ouabaïate de strontium :* $(C^{30}H^{47}O^{13})^2Sr, 6H^2O$ [1]. — Mêmes propriétés que les sels alcalins :

	Trouvé.	Calculé.
H^2O	7,70 p. 100	7,59 p. 100

» Pour le sel anhydre :

	Trouve.	Calculé.
Sr	6,86 p. 100	6,65 p. 100

» *Ouabaïate de baryum :* $(C^{30}H^{47}O^{13})^2Ba, nH^2O$. — Très semblable au précédent.

» Pour le sel anhydre :

	Trouvé.	Calculé.
Ba	9,90 p. 100	10,03 p. 100

» L'ouabaïate de baryum, dissous dans l'eau, possède un assez fort pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = -46°40'$ à 20°. L'analyse élémentaire de ce sel a donné des résultats concordant pleinement avec la formule.

» L'ouabaïate de plomb est très soluble dans l'eau, mais le sous-acétate de plomb précipite les dissolutions d'ouabaïates ou d'acide ouabaïque en donnant un précipité blanc volumineux et amorphe, insoluble dans l'eau.

» L'acide ouabaïque peut prendre naissance directement par l'action

---

[1] Préparé comme cela a été indiqué dans la préparation de l'acide ouabaïque.

de l'eau sur l'ouabaïne, sans l'intervention des alcalis

$$C^{30}H^{46}O^{12} + H^2O = C^{30}H^{48}O^{13}.$$

» Il suffit de chauffer l'ouabaïne en solution aqueuse, en tube scellé, à 180°; le liquide devient fortement acide et contient une notable proportion d'acide ouabaïque; mais, si les solutions d'ouabaïne sont concentrées de 15 à 20 pour 100, l'acide ouabaïque formé produit bientôt une autohydrolyse, qui se manifeste par le dépôt caractéristique de résine de dédoublement et par la mise en liberté de rhamnose; le liquide réduit alors fortement le réactif de Fehling.

» A froid, les alcalis ne modifient pas l'ouabaïne; ils augmentent seulement sa solubilité dans l'eau dans la proportion de 1 à 10, ils augmentent aussi son pouvoir rotatoire; pour une solution aqueuse à 17°, contenant 1 pour 100 d'ouabaïne, $(\alpha)_D = -1°16' (l = 0^m,50)$; après addition de quelques fragments de potasse solide $(\alpha)_D = -2°16'$.

» Les solutions alcalines non chauffées, traitées par un excès de CO^2, laissent cristalliser facilement l'ouabaïne inaltérée par simple évaporation.

» La potasse ou la soude en fusion décomposent l'ouabaïne vers 220°-240°, en donnant surtout de l'acide carbonique, un peu d'acide oxalique et une petite quantité de résine; il n'a pas été possible jusqu'ici d'isoler des produits intermédiaires intéressants.

» Quoique l'ouabaïne se comporte, en général, comme l'anhydride de l'acide ouabaïque, celui-ci, maintenu à l'ébullition pendant longtemps avec de l'eau qu'on évapore à sec plusieurs fois, ne donne cependant pas trace d'ouabaïne régénérée et conserve le même titre d'acidité après l'expérience. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques phénols* [1]. Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Friedel.

« En faisant agir le brome en excès contenant en solution du bromure d'aluminium sur l'α- et le β-naphtol, MM. Blümlein et Flessa [2] ont obtenu deux dérivés pentabromés de ces corps.

---

(1) Travail fait au laboratoire de l'Université de Poitiers.

(2) *Berichte*, t. XVII, p. 1480 et 2486.

» Appliquant la même méthode de bromuration à quelques phénols de la série benzénique, j'ai opéré de la manière suivante :

» Le phénol est traité par un excès de brome contenant, en solution, 1 pour 100 d'aluminium. Au bout de six heures de contact le mélange est évaporé, le résidu solide recueilli est immédiatement traité par un dissolvant approprié.

» J'ai étudié cette réaction sur le phénol ordinaire, les crésols ortho, méta et para, le thymol, la résorcine, l'hydroquinone, l'ortho et le paranitrophénol.

» *Phénol ordinaire*. — Le dérivé obtenu après cristallisation dans l'alcool se présente sous la forme de longues aiguilles soyeuses, fondant sans se décomposer à 225°.

» C'est le phénol pentabromé signalé par M. Körner [1].

» *Orthocrésol*. — Son dérivé bromé cristallise facilement dans le chloroforme et dans l'alcool en longues aiguilles blanches qui fondent sans décomposition à 207°-208°.

» L'analyse assigne à ce corps la formule

$$C^6Br^4\begin{cases} CH^3 & (1) \\ OH & (2). \end{cases}$$

» On a, en effet :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4 \begin{cases} CH^3 \\ OH. \end{cases}$
Br..............	75,31 pour 100	75,47 pour 100

» *Métacrésol*. — Le corps, obtenu après cristallisation dans le chloroforme, se présente sous la forme de longues aiguilles blanches, soyeuses, qui fondent sans décomposition à 194°.

» Ce corps est le dérivé tétrabromé du métacrésol

$$C^6Br^4\begin{cases} CH^3 & (1) \\ OH & (3). \end{cases}$$

» L'analyse donne, en effet :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4 \begin{cases} CH^3 \\ OH. \end{cases}$
Br..............	75,22 pour 100	75,47 pour 100

» *Paracrésol*. — Le dérivé bromé après cristallisation, soit dans l'alcool,

(1) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CXXXVII, p. 210.

soit dans le chloroforme, se présente sous la forme de longues aiguilles blanches, soyeuses, qui fondent sans décomposition à 198°-199°.

» La formule de ce composé est

$$C^6Br^4\left\langle\begin{matrix} CH^3 & (1) \\ OH & (4). \end{matrix}\right.$$

» On a, en effet :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4\left\langle\begin{matrix} CH^3 \\ OH. \end{matrix}\right.$
Br.......... ...	75,28 pour 100	75,47 pour 100

» *Remarque.* — La transformation des quatre phénols précédents en dérivés perbromés est intégrale. Les corps obtenus sont solubles surtout à chaud dans les alcalis.

» *Thymol.* — Le cymène, dont la formule est

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C^3H^7 & (1) \\ CH^3 & (4), \end{matrix}\right.$$

traité par le brome en excès, en présence du bromure d'aluminium, donne du toluène pentabromé ([1])

$$C^6Br^5.CH^3.$$

» Comme le thymol

$$C^6H^3\begin{matrix} \diagup C^3H^7 & (4) \\ -OH & (3) \\ \diagdown CH^3 & (1) \end{matrix}$$

est l'un des phénols correspondant au cymène, si les phénols se comportent comme les carbures, la bromuration en présence du bromure d'aluminium devra donner comme résultat le tétrabromocrésol

$$C^6Br^4\left\langle\begin{matrix} CH^3 & (1) \\ OH & (3). \end{matrix}\right.$$

J'ai donc effectué cette réaction.

» Le produit obtenu cristallise très facilement, dans l'alcool ou le chloroforme, en aiguilles longues et soyeuses, solubles dans les alcalis, surtout à chaud, et fondant, sans se décomposer, à 194°.

» Le rendement, pour 5gr de thymol, a été d'environ 15gr de dérivé bromé.

([1]) Gustavson, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXVIII, p. 153 et 342.

» Ce corps a donné, à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4 \langle {CH^3 \atop OH}$.
Br	75,14 pour 100	75,47 pour 100

Ce qui montre bien qu'effectivement le corps obtenu est le tétrabromométacrésol.

» L'action du brome en présence du bromure d'aluminium est donc bien nette sur les monophénols et donne naissance à des composés parfaitement définis. Il n'en est pas de même des diphénols.

» La *résorcine* donne une gomme noirâtre incristallisable.

» L'*hydroquinone*, indépendamment de produits plus complexes, a fourni une certaine quantité d'hydroquinone tétrabromée $C^6Br^4 \langle {OH\ (1) \atop OH\ (4)}$.

» Avec les dérivés nitrés, l'action est beaucoup moins vive, les substitutions ne sont plus que partielles dans le noyau.

» *Orthonitrophénol.* — Le produit de l'opération, après cristallisation dans l'alcool étendu de son volume d'eau, se présente en prismes opaques d'un jaune paille, fondant à 117°-118°.

» Le sel de potassium de ce composé forme des aiguilles écarlates très peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau chaude et dans l'alcool bouillant.

» C'est le *dibromo*-4.6-*nitro*-2-*phénol* préparé par M. Brunck.

» *Paranitrophénol.* — Après cristallisation dans l'alcool, le résidu se présente sous la forme d'un mélange de lames et de prismes incolores fondant à 141°.

» Le sel de potassium constitue des aiguilles jaune clair. Ce dérivé est le *dibromo*-2.6-*nitro*-4-*phénol*.

» *Remarque.* — Sur les nitrophénols, l'action du brome n'est donc pas plus profonde en présence du bromure d'aluminium que lorsqu'il agit seul. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les monoéthers phosphoriques.* Note de M. J. **Cavalier**, présentée par M. Troost.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 18 avril 1898), M. Belugou a étudié l'action de l'acide monoéthylphosphorique sur les reactifs colorés et sa chaleur de neutralisation par la potasse. Ses résultats sont en partie

d'accord avec ceux que j'ai publiés antérieurement (*Comptes rendus*, juin 1894).

» J'avais trouvé pour la chaleur de neutralisation de $PO^4(C^2H^5)H^2$ (1 mol = 4^{lit}) par KOH (1 mol = 2^{lit}) les nombres suivants :

1er KOH	15,73
2e KOH	13,61
3e KOH	0,85

» M. Belugou donne, avec une concentration un peu différente,

$PO^4(C^2H^5)H^2$ (1 mol = 6^{lit}); KOH (1 mol = 2^{lit}) :

1er KOH	15,5
2e KOH	13,8
3e KOH	2,8

» Pour les deux premières molécules alcalines, la concordance est suffisante. Il n'en est pas de même pour la troisième, et la différence des concentrations employées ne suffit pas pour rendre compte de la différence des résultats.

» M. Belugou pense que le nombre élevé qu'il trouve (2^{Cal},8) peut tenir soit à la présence d'acide phosphorique libre dans l'éther acide employé, soit à une saponification partielle du monoéthylphosphate dipotassique par un excès d'alcali. Cette dernière hypothèse doit être écartée. Les éthylphosphates en solution sont en effet très stables; ils sont beaucoup plus difficilement décomposés par un alcali que l'acide lui-même ne l'est par l'eau. Dans les conditions d'une expérience calorimétrique, c'est-à-dire en dissolution étendue et à froid, la saponification est pratiquement nulle.

» D'ailleurs, j'ai toujours obtenu des dégagements de chaleur très faibles par addition d'une troisième molécule de base quelconque à l'un quelconque des monoéthers que j'ai étudiés (1). J'ai trouvé, pour ces dégagements de chaleur, les nombres suivants :

	$PO^4(CH^3)H^2$.	$PO^4(C^2H^5)H^2$.	$PO^4(C^3H^7)H^2$.
3e NaOH	0,42	0,86	0,37
3e KOH	0,42	0,85	
3e AzH^3	0,24	0,53	0,46
3e $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$	0,33	0,18	0,24

» Avec l'acide glycérophosphorique et la troisième molécule de potasse.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1142; 1898.

MM. Imbert et Belugou ont trouvé $0^{Cal},4$, nombre très voisin des précédents.

» Il résulte de ces faits que, dans la saturation d'un monoéther phosphorique (méthylique, éthylique, allylique ou glycérique) par une base quelconque, l'addition d'une troisième molécule de base à une molécule d'acide produit toujours un dégagement de chaleur très faible. Les sels neutres alcalins et alcalino-terreux sont donc peu ou pas dissociés en solution, ce qui s'accorde avec la netteté du virage à la phtaléine. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes.* Note de M. J. WIESNER, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Une plante, pendant la journée, se trouve sous l'influence de la lumière diffuse, et, de plus, si le soleil n'est pas couvert, sous l'influence de la lumière solaire directe. Jamais une plante n'est exposée exclusivement à l'influence de la lumière solaire directe.

» Des expériences photométriques ont prouvé que la différence entre l'intensité des rayons directs du soleil et l'intensité de la lumière diffuse n'est pas aussi grande que l'on pourrait croire. On a trouvé, à Vienne (Autriche), que, à la plus haute altitude du soleil, l'intensité chimique de sa lumière directe sur un plan horizontal est tout au plus le double de l'intensité de la lumière diffuse. Jusqu'à une élévation du soleil de 19°, l'intensité de la lumière directe est moindre que l'intensité de la lumière diffuse ([1]). Ces faits s'expliquent d'abord par la grandeur de la partie lumineuse du ciel par rapport à la partie lumineuse du soleil, ensuite par le fait que l'intensité de la lumière directe s'affaiblit avec la dépression de l'altitude du soleil.

» Mais il faut remarquer d'abord qu'un végétal ne peut se soustraire à l'influence de la lumière diffuse pendant la journée, et qu'un grand nombre de plantes, par exemple beaucoup de Légumineuses, croissant en des stations où il y a beaucoup de soleil, possèdent une organisation qui les rend capables de se soustraire à l'influence d'une trop forte insolation; d'autre part, les plantes qui croissent dans des stations très ensoleillées et qui ne sont pas capables de se protéger contre l'influence d'une insolation

([1]) J. WIESNER, *Denkschriften der Wiener Academie der Wiss.*, Bd. 64; 1896.

trop forte, ne produisent que très peu de substance organique. Il est donc probable que, pour la vie des plantes, la lumière reçue par diffusion a une plus grande importance que la lumière reçue directement.

» J'ai déjà montré autrefois, par un grand nombre d'expériences, que les feuilles, les organes qui ont le plus besoin de lumière, prennent généralement une position perpendiculaire à la direction de la lumière diffuse la plus intense, ce qui prouve que la lumière diffuse est d'une grande importance pour la vie des végétaux ([1]). Plus récemment, j'ai constaté que les plantes sont d'autant plus exposées à la lumière solaire directe qu'elles s'approchent davantage des limites polaires ou alpines de leur aire d'extension, en même temps que s'abaisse la température du milieu ambiant ([2]). Il en est de même pour les bourgeons de beaucoup d'arbres qui sont soumis à cette insolation directe, surtout avant la feuillaison.

» J'ai entrepris de rechercher expérimentalement l'action de la lumière diffuse seule, l'action de la lumière mixte et l'action de la lumière directe seule sur le développement des plantes; mais je me bornerai, dans cette Note, à rendre compte des résultats obtenus en comparant l'action des deux premiers modes d'éclairement.

» J'ai exposé des plantes diverses (*Impatiens Balsamina, Reseda odorata, Tropæolum majus* et *Ipomœa purpurea*) dès leur germination, du côté du Nord et de façon qu'elles ne reçoivent exclusivement que de la lumière diffuse.

» En même temps, j'ai cultivé d'autres individus de ces mêmes espèces, toute autre condition égale d'ailleurs, mais en les exposant du côté du Sud, de l'Est et de l'Ouest, où par conséquent elles pouvaient recevoir la lumière directe du soleil.

» Les plantes exposées du côté du Nord reçurent en moyenne $\frac{1}{4,2}$ de la lumière totale (maximum $\frac{1}{1,8}$, minimum $\frac{1}{8,2}$).

» Les quatre espèces ont fleuri. Les *Impatiens, Tropæolum, Ipomœa* avaient de nombreuses fleurs, bien développées; le *Reseda* n'eut que très peu de fleurs et de petites inflorescences. Mais les fruits de toutes ces plantes arrivèrent à maturité et produisirent des graines susceptibles de germer.

» Dans l'exposition au Sud, les mêmes espèces fleurirent plus tôt. L'avance était pour le *Reseda* de six jours, pour l'*Impatiens* de treize jours,

([1]) *Loc. cit.*, Bd. 43; 1880.

([2]) *Sitzungsberichte der Wiener Academie der Wiss.*, Bd. 102, I. Abth.; 1893.

pour le *Tropæolum* de seize jours, et pour l'*Ipomœa* de dix-sept jours. Dans l'exposition au Sud, par comparaison avec l'exposition au Nord, le temps qui s'est écoulé depuis la germination jusqu'à la floraison a diminué de 6,8 pour 100 chez le *Reseda*, de 12,2 pour 100 chez l'*Impatiens*, de 14,5 pour 100 chez le *Tropæolum* et de 15,4 pour 100 chez l'*Ipomœa*.

» *De ces expériences il résulte que les plantes appartenant à des familles très diverses, telles que :* Reseda odorata, Impatiens Balsamina, Tropæolum majus *et* Ipomœa purpurea *peuvent se développer complètement à la lumière diffuse*.

» Des expériences analogues faites avec le *Sedum acre*, espèce localisée dans les stations ensoleillées, ont montré que les organes végétatifs de cette plante se développaient dans l'exposition au Nord, mais qu'ils n'arrivaient pas à la floraison. A Vienne, $\frac{1}{4.2}$ de l'intensité totale de la lumière, en été, ne suffit donc pas pour développer complètement cette espèce.

» Mais ces expériences ne prouvent pas que le *Sedum acre* ait nécessairement besoin de la lumière directe pour sa complète évolution, car l'intensité totale de la lumière diffuse reçue au Nord, dans mes cultures expérimentales, n'était à peine que la moitié de la lumière diffuse totale. Or, cette dernière avait encore une intensité supérieure à celle que recevaient les exemplaires de cette plante exposés au Sud, et qui ont fleuri.

» Il est donc possible que cette plante aussi puisse se développer complètement et fleurir à la lumière diffuse seule. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les avoines chocolatées.* Note de M. **Balland**.

« On désigne sous le nom d'*avoines chocolatées* certaines avoines d'Algérie et du Levant qui présentent des grains de nuance brun foncé rappelant la couleur du chocolat. Ces avoines se rencontrent de préférence sur les marchés d'Oran et de Mostaganem : elles n'apparaissent pas, d'ailleurs, régulièrement; c'est ainsi que, depuis douze ans, on les a surtout observées en 1887, 1889 et 1894. La proportion des grains colorés est très variable : parfois, elle n'atteint pas 5 pour 100. L'amande présente les mêmes caractères physiques, la même composition chimique et les mêmes aptitudes à la germination que l'amande des grains blancs; la balle ne paraît différer que par la nuance externe. C'est donc avec raison que l'on admet que les

avoines chocolatées ne sont que des avoines blanches ordinaires qui auraient été mouillées avant ou pendant la récolte et brusquement saisies par un soleil ardent. On constate, en effet, que la teinte brune se remarque de préférence sur les grains doubles, c'est-à-dire sur des grains qui, par le fait de leur juxtaposition, sont plus imprégnés d'eau et restent plus longtemps mouillés que les grains simples, l'évaporation, pour ceux-ci, étant plus rapide. Il est à noter aussi que ces mêmes avoines sont parfois ergotées; or, on sait que la pluie, les vents humides et les brouillards favorisent le développement de l'ergot. Pendant les années sèches, on ne trouve, en Algérie, ni avoines chocolatées, ni avoines ergotées.

» Les analyses qui suivent établissent qu'il n'y a pas plus d'écarts de composition entre les grains bruns et les grains blancs des avoines chocolatées qu'entre les grains les plus colorés et les moins colorés des avoines grises ordinaires que nous avons examinées antérieurement.

» Les avoines chocolatées, de provenance algérienne, sont acceptées, dans une certaine limite, par l'Administration de la Guerre lorsqu'elles ne contiennent pas d'ergot.

Composition des avoines chocolatées récoltées, en 1894, dans les environs de Mostaganem.

	Avoine entière, non triée,		Grains blancs,		Grains bruns,	
	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.
Eau	11,20	0,00	11,70	0,00	11,80	0,00
Matières azotées	8,86	9,98	8,63	9,77	8,95	10,15
» grasses	5,52	6,22	5,06	5,73	5,44	6,17
» amylacées	59,98	67,54	59,35	67,20	60,09	68,13
Cellulose	10,90	12,27	11,86	13,43	10,28	11,65
Cendres	3,54	3,99	3,40	3,87	3,44	3,90
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Poids moyen de 1000 grains	35gr,72		34gr,12	»	39gr,68	»
100gr donnent amande	67,10	»	63,35	»	67,25	»
100gr donnent balle	32,90	»	36,65	»	32,75	»
Acidité pour 100gr	0,211	»	0,197		0,219	»

Analyse des amandes.

	Avoine non triée,		Grains blancs,		Grains bruns,	
	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.
Eau	11,60	0,00	11,80	0,00	11,90	0,00
Matières azotées	12,55	14,20	12,37	14,03	13,06	14,83
» grasses	8,40	9,50	8,28	9,39	8,32	9,44
» amylacées.	64,61	73,08	64,99	73,67	64,44	73,14
Cellulose	0,92	1,04	0,88	1,00	0,88	1,00
Cendres	1,92	2,18	1,68	1,91	1,40	1,59
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse des enveloppes (balles).

	Avoine non triée,		Grains blancs,		Grains bruns,	
	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.
Eau	10,70	0,00	10,80	0,00	11,20	0,00
Matières azotées	2,38	2,67	2,05	2,30	2,21	2,49
» grasses	0,90	1,01	1,10	1,24	0,70	0,79
» extractives	48,54	54,35	48,55	54,42	48,09	54,16
Cellulose résistante.	30,50	34,15	31,00	34,75	30,60	34,45
Cendres	6,98	7,82	6,50	7,29	7,20	8,11
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

ÉCONOMIE RURALE. — *Amertume des vins.* Note de MM. **F. Bordas, Joulin** et **de Raczkowski** (¹), présentée par M. Grimaux.

« Le bacille de l'amertume possède une spore terminale et des cils à l'une de ses extrémités. Il est doué de mouvements très vifs et se cultive très rapidement dans les milieux additionnés de nitrate de potasse, mais ne transforme pas celui-ci en nitrite. Il ne prend pas le grain, ne donne pas d'indol dans les milieux peptonés et coagule le lait.

(¹) *Comptes rendus*, 24 février 1898.

» Ce bacille résiste à la dessiccation et à une chaleur sèche de 100°. Il se cultive bien à des températures comprises entre 25° et 37°. Nous l'avons ensemencé dans le milieu minéral peptoné suivant :

Sulfate d'ammoniaque	4,71
Sulfate de magnésie	0,10
Phosphate de potasse	0,75
Peptone Collas	10,00
Eau	1000,00

dans lequel nous avons ajouté divers éléments hydrocarbonés, tels que glucose, lévulose, mannite, tartre, et l'examen des liquides a été effectué un mois après l'ensemencement.

» Les résultats obtenus ont été les suivants :

	Glucose 20 pour 1000.	Lévulose 20 pour 1000.	Glycérine 10 pour 1000.	Mannite 10 pour 1000.
Élément consommé pour 100	30	90	60	»
Acidité totale (en KOH pour 1000.)	1,904	3,300	0,448	0,941
» volatile (en KOH pour 1000.)	0,230	1,388	0,364	0,112
» fixe (en KOH pour 1000.)	1,552	1,730	0,084	0,776
Acide carbonique pour 1000	0,048	0,072	0,038	0,021
» acétique »	0,165	0,514	0,073	0,100
» butyrique »	0,017	0,625	0,267	néant

» Dans les mêmes milieux additionnés de carbonate de chaux, les proportions d'acides ont été notablement plus fortes et le goût amer très prononcé :

	Glucose.	Lévulose.	Glycérine.	Mannite.
Acidité volatile (en KOH pour 1000..)	0,440	2,800	0,761	0,661
» fixe (en KOH pour 1000..)	1,600	2,030	0,088	0,642

» Dans ces essais, les acides volatils ont été caractérisés par la méthode de Duclaux. Nous n'avons pas trouvé d'alcools par l'emploi du compte-gouttes de Duclaux. L'acide lactique a été nettement caractérisé par la forme cristalline du lactate de zinc dans les cas du glucose et du lévulose. Quant à l'acide succinique nous n'en avons trouvé dans aucun cas.

» Nous avons observé la diminution d'une petite quantité de tartre dans le milieu additionné de cet élément, après quinze jours d'ensemencement.

» Les analyses de deux parties du même vin stérilisé, dont l'une avait été ensemencée avec notre bacille, ont donné les résultats suivants, six mois environ après l'ensemencement :

	Témoin.	Vin rendu amer.
Alcool pour 100 en volume	10,4	10,6
Sucre réducteur en glucose par litre	3,32	2,80
Tartre	3,43	1,30
Glycérine	7,50	4,80
Acidité totale en SO^4H^2	3,92	6,61
» volatile en $C^2H^4O^2$	1,03	2,57
» fixe en SO^4H^2	2,89	3,38
Ammoniaque	0,008	0,037
Nature des acides volatils	acétique	acétique, butyrique
» » fixes	succinique	succinique

» Comme le prévoyait M. Duclaux, le bacille de l'amertume porte donc son action de préférence sur la glycérine en donnant lieu à la production dans le vin des acides acétique et butyrique. Dans le cas où l'on trouverait de l'acide lactique dans un vin amer, celui-ci résulterait de l'action du bacille sur le glucose. Il se forme également de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Quant au tartre, nous avons obtenu une diminution faible dans nos cultures, mais notable dans le vin : nous pensons donc que, si cette diminution n'est pas aussi considérable que dans la maladie dite *de la tourne*, elle existe néanmoins dans celle de l'amertume. Nous nous efforcerons, par de nouveaux essais, à préciser ce point, sur lequel MM. Pasteur, Vergnette-Lamothe et Glenard n'ont pas été d'accord. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Pathogénie et histogenèse du cancer (maladie parasitaire)*. Note de M. **F.-J. Bosc**, présentée par M. Bouchard.

« Dans nos précédentes Notes, nous avons montré qu'il existe dans les cancers des formations anormales dont la morphologie, l'étude des colorations, de la structure, du siège et de la répartition dans les tumeurs, l'existence de cycles évolutifs, constituaient les preuves de la nature organisée, vivante, de l'origine exogène et de la condition parasitaire.

» La possibilité d'obtenir des *cultures* de ces organismes constitue une nouvelle preuve à l'appui de ces conclusions.

» Dans les cultures faites sur du sang rendu incoagulable par l'extrait de sangsue avec des raclages ou de petits fragments de cancers déjà examinés au point de vue des formes parasitaires, nous avons suivi le développement hors des cellules de formes très variées, aboutissant à l'apparition d'abondantes formes sporiques fragiles et enfin à la pullulation de formes de petite taille. Malheureusement, malgré tous nos efforts,

nous n'avons pu arriver à obtenir des ensemencements en série, c'est-à-dire des cultures pures.

» Ces parasites appartiennent à la classe des *sporozoaires*. C'est ce que nous montre l'examen des tumeurs spontanées chez des animaux porteurs de sporozoaires bien connues (poisson, lapin) et la comparaison entre les diverses espèces de sporozoaires saprophytes (coccidies, grégarines, gymnosporées, myxosporidies) et les parasites du cancer. Les colorations, la structure, l'évolution dans les cellules, les cycles évolutifs sont comparables; dans les deux cas, on constate un *dimorphisme* évolutif non douteux dont les stades asporulés nous expliquent les infections aiguës chez les animaux et les poussées aiguës de certaines tumeurs, chez l'homme.

» Les sporozoaires développés dans les cancers doivent en être considérés comme les agents pathogènes. Leur constance, leur nombre, leur répartition dans la zone d'accroissement, le rapport qui existe entre l'évolution de la tumeur et le cycle évolutif prédominant, sont déjà des preuves de valeur considérable.

» Une preuve d'ordre expérimental et de caractère plus précis nous est fournie par l'*inoculation des tumeurs qui renferment des parasites*. Les expériences que nous avons faites avec Vedel nous ont montré que les tumeurs spontanées à sporozoaires connus (lapin) sont inoculables; que les tumeurs animales malignes à parasite indéterminé sont également inoculables, du rat au rat (Hanau, Morau), du chien au chien (Wehr); que les tumeurs humaines peuvent être inoculées au cobaye et au chien (trois cas de sarcome mélanique inoculé au cobaye et trois cas de cancer humain inoculé dans le péritoine de chiens avec généralisation au péritoine dans un cas et, dans l'autre, avec noyaux secondaires dans le poumon). Les faits de Hahn et de Cornil montrent, en outre, que le cancer est inoculable de l'homme à l'homme.

» On peut objecter à ces expériences que la substance inoculée est trop complexe et qu'il est indispensable de reproduire le cancer avec des cultures pures du parasite d'un cancer donné.

» N'ayant pu arriver à obtenir des cultures pures, nous avons tourné la difficulté en inoculant à des animaux des formes de résistance (kystes sporulés) de C. oviforme du lapin, de klossia de l'hélix et de la grégarine du lombric, recueillies aseptiquement.

» Chez le lapin, l'inoculation de C. oviforme a produit des tumeurs identiques aux tumeurs spontanées; l'inoculation de klossia dans le péritoine de chiens, de lapins et de cobayes a produit de petites tumeurs disséminées; l'inoculation de spores de la géga-

rine du lombric dans le sac lymphatique dorsal d'une grenouille amena la formation, en deux mois, d'une tumeur sous-cutanée du volume d'un petit pois. Dans les tumeurs, de structure sarcomateuse, nous avons pu suivre le passage entre la spore, le sporozoïte et les divers types d'inclusions cellulaires. Ces dernières étaient identiques à la fois aux formes évolutives des parasites inoculés et aux inclusions des tumeurs humaines.

» L'*histogenèse* des tumeurs est singulièrement éclairée par la conception de leur nature parasitaire. L'étude des tumeurs animales nous a montré que l'envahissement d'un épithélium par les parasites amène sa prolifération et l'hypertrophie des éléments cellulaires, mais que l'épithélium peut être détruit par le développement du parasite; ce dernier envahit le tissu conjonctif, de sorte que la néoformation primitivement épithéliale est devenue conjonctive. L'ensemble du processus ne diffère en rien, au point de vue histogénique, de celui que l'on constate dans les tissus chroniquement enflammés.

» Ces notions sont entièrement applicables aux tumeurs humaines :

» L'*épithéliome,* dû au développement primitif du parasite dans un épithélium, peut se compliquer d'un processus de prolifération conjonctive; le *carcinome,* dont l'origine est le plus souvent épithéliale, devient, dans la suite de son développement, une tumeur d'origine conjonctive; le *sarcome* représente une tumeur de type conjonctif.

» *Le seul élément spécifique des tumeurs malignes est le parasite;* la formation de la tumeur doit être ramenée à un processus d'inflammation banal portant sur un ou plusieurs tissus. La cellule cancéreuse n'a, par elle-même, aucune signification; c'est une cellule parasitée que l'on peut retrouver avec le même aspect dans l'épithéliome, le carcinome ou le sarcome.

» Les tumeurs cancéreuses ne se différencient des autres processus d'inflammation chronique que par la nature et la vie parasitaire de l'agent causal. Le parasite ne paraît provoquer d'abord que l'hypernutrition de la cellule et il ne la détruit que lentement, en vivant à ses dépens et en comprimant de plus en plus son noyau. Ainsi s'explique la formation de la tumeur, lésion locale à marche lente. Dans les cancers à marche rapide, les formes asporulées dominent et il est probable que les parasites présentent une *virulence* que nous ne savons pas mesurer. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ramollissement des os par la phloroglucine.* Note de M. J.-J. Andeer.

« En faisant des recherches pharmacologiques comparatives sur les substances congénères : phloroglucine et résorcine, je n'ai trouvé chez la première aucune trace des qualités curatives que possède la seconde, mais j'ai

pu découvrir par contre d'autres qualités; ainsi c'est un adjuvant par excellence pour ramollir le système osseux de n'importe quel Vertébré, beaucoup plus promptement qu'avec tous les autres agents connus. Ce ramollissement s'obtient par la phloroglucine sans attaquer les tissus les plus délicats, ce qui n'est pas le cas chez les autres pour le même temps.

» J'ai présenté les effets obtenus à diverses Sociétés savantes, dont plusieurs membres ont répété mes expériences en suivant mes indications, et ils ont obtenu des résultats qui concordaient avec les miens.

» L'emploi de la phloroglucine en solution aqueuse avec l'acide chlorhydrique a été recommandé en Anatomie générale, mais surtout pour l'emploi commode du microtome, pour la microscopie et la technique microscopique.

» Curieux de savoir si, par cette méthode combinée de décalcination et de ramollissement consécutif par la phloroglucine et l'acide chlorhydrique en solution aqueuse, l'acide carbonique est expulsé en partie ou en totalité, j'ai fait des recherches chimiques d'après les plus nouvelles méthodes et avec les appareils les plus perfectionnés. Elles m'ont démontré qu'après le ramollissement rationnel et complet des os sans changement simultané de leur structure histique, il ne reste plus trace d'acide carbonique dans la pièce décalcinée, qu'on appelle *osséine*, après l'emploi de la solution de phloroglucine.

» Cette méthode de ramollissement des os par la solution de phloroglucine n'est applicable qu'aux formations osseuses carbonatées et phosphatées, même en partie à celles des animaux fossiles; elle ne l'est pas pour d'autres combinaisons physico-chimiques, conchyoline, chitine, kératine (l'ivoire et la corne), spongine, spongilline et autres combinaisons où la silice est très prédominante. Il fallait alors tâcher de modifier convenablement la solution de phloroglucine d'après les différentes compositions et constitutions physico-chimiques pour pouvoir ramollir l'endo- et l'exo-squelette des Vertébrés, du plus grand au plus petit animal, de l'éléphant éburnifère au spongille siliceux, de la baleine au plus petit poisson téléostéen. J'y suis parvenu après de longues recherches et j'en ferai l'objet d'une Communication prochaine, car elle est intéressante et utile non seulement aux anatomistes, zoologistes, zootomistes, etc., mais à tous les naturalistes qui s'occupent spécialement du système osseux et de son contenu chez les animaux vertébrés de terre et de mer, vivants ou fossiles. »

M. J. Marty adresse à l'Académie plusieurs Mémoires relatifs à diverses questions d'Astronomie.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 avril 1898.

Les diamants du Cap, par L. de Launay, Ingénieur au Corps des Mines, Professeur à l'École supérieure des Mines. Paris, Baudry et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1898. N° 2. Février 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-4°.

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies pendant l'année 1896. Melun; 1 vol. in-8°.

Revue des questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles. Deuxième série. Tome XIII. 20 avril 1898. Louvain, J. Thirion, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin, Secrétaire annuel. N° 16. Séance du 19 avril 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Tome V. N° 4. 15 avril 1898. Paris, G. Masson, 1898.

Sur le mouvement des facules solaires, par W. Stratonoff, Astrophysicien à l'observatoire astronomique et physique de Tachkent. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 fasc. in-4°.

Anales de la Sociedad española de Historia natural. Serie II. Tomos I-II-III-IV. Madrid, Fortanet; 6 vol. in-8°.

Icones fungorum ad usum sylloges saccardianæ, adcommodatæ auctore A.-N. Berlese. *Phycomycetes*, fasciculus I. Patavii, 1898; in-8°.

Atti della R. Accademia peloritana. Anno XII, 1897-1898. Messina, 1898; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mai 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Mai 1898. Tome XIV. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. Duclaux, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'Institut Pasteur. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIV. N° 4. 25 avril 1898. Paris, Masson et Cie.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome X. Livraison du 15 avril 1898. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Prosper Demontzey, par P. Carrière, Conservateur des Forêts. (Extrait de la *Revue des Eaux et Forêts* du 1er avril 1898.) 1 broch. in-8°. (Envoi de Mme Demontzey.)

La dualité et l'homographie dans le triangle et le tétraèdre, par L. Ripert, ancien Élève de l'École Polytechnique, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 broch. in-8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome XXVI. Année 1896. Melun, 1897; 1 vol. in-8°.

Revue des Pyrénées (*France méridionale, Espagne*), dirigée par le Dr F. Garrigou. Tome X. 1898. Ire livraison. Toulouse, D. Privat; 1 vol. in-8°.

Un précurseur lyonnais du système métrique, par Auguste Bleton. Lyon, Mougin-Rusand, 1898; 1 broch. gr. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. Années 1893-1894-1896. Bruxelles, P. Weissembruch; 3 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Méthode pour reconnaître et doser l'oxyde de carbone en présence des traces de gaz carburés de l'air;* par M. **Armand Gautier.**

« Dans une Communication précédente ([1]), j'ai montré que l'anhydride iodique transforme totalement en acide carbonique, dès 60°, l'oxyde de carbone qui peut être mélangé à l'air, et lors même que celui-ci ne contient qu'un trois cent millième de son volume, et moins encore, de ce gaz. Aux doses déjà très faibles de $\frac{1}{20000}$ et $\frac{1}{30000}$ les dosages sont concordants : pour chaque centimètre cube de CO il se fait un volume égal de CO^2 et il dégage $2^{mgr},268$ d'iode. J'ai dit comment on pouvait doser volumétriquement, avec exactitude, l'acide carbonique résultant de cette réaction. Mais la mesure en poids de l'iode mis simultanément en liberté est plus facile encore en raison de l'avidité très remarquable du cuivre pour ce métalloïde, circonstance qui permet de recueillir sous un petit volume, et de peser dans des conditions très précises, la totalité de l'iode dilué dans un très grand volume d'air. C'est ce que nous allons essayer d'établir d'abord.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 935. Voir aussi les Notes antérieures, *ibid.*, p. 793 et 871.

» Pour une détermination d'oxyde de carbone, l'air, préalablement filtré dans un tube étroit garni de coton de verre, est lavé dans un peu de lessive de potasse, puis passe sur une courte colonne d'hydrate de baryte, et se sèche sur de l'acide phosphorique anhydre (¹). Ainsi privé de ses poussières, de ses gaz acides et de son eau, il circule successivement dans deux tubes de verre liés entre eux sans caoutchouc, grâce à un rodage parfait, et placés à la suite dans une même étuve à air chaud à 100°-105°. Le premier de ces tubes, d'une longueur de $0^m,28$ et du diamètre d'un gros tube à gaz, est rempli d'anhydride iodique; le second contient une colonne de $0^m,18$ de cuivre pulvérulent réduit de son oxyde (²).

» Il est facile de montrer que cette petite quantité de cuivre suffit à enlever à l'air qui circule la totalité de l'iode qui peut y exister et quelle que soit, pour ainsi dire, la dilution de la vapeur d'iode.

» C'est ce que les expériences suivantes, prises parmi plusieurs autres bien concordantes, vont établir. Elles démontreront aussi que cette méthode de dosage est sûre et commode dans les cas ordinaires où l'air (ou tout autre gaz inerte) est mélangé de $\frac{1}{10000}$, ou plus, d'oxyde de carbone :

Vol. à 0° et 760^{mm} de CO introduit dans $10^{lit},630$ d'air.	Volume de CO contenu dans l'air aspiré à travers l'appareil.	Poids d'iode calculé correspondant au CO aspiré.	Augmentation de poids du tube à cuivre.	Poids correspondant de CO^2 calculé.	Poids correspondant de CO^2 recueilli.
$9^c,64$ (³)....	$6^{cc},56$	$14^{mgr},90$	$14^{mgr},82$	»	»
$1^{cc},06$ (⁴)....	$0^{cc},813$	$1^{mgr},84$	$1^{mgr},82$	$1^{mgr},6$	$1^{mgr},6$

(¹) Je donnerai dans une Note ultérieure les raisons de ce dispositif.

(²) Ce cuivre doit être réduit à l'hydrogène pur, que l'on remplace, à la fin, par un courant d'acide carbonique sec pendant le refroidissement; sans cette précaution, le cuivre réduit contient une petite proportion d'hydrogène combiné qui peut fausser les résultats. Cet hydrogène ne s'en va qu'un peu avant le rouge.

(³) *Éléments du calcul.* — Mesure de CO : pris $11^{cc},80$ de CO à $H = 757^{mm},3$ et à 13°; volume mesuré sous la dépression de 112^{mm} de mercure soulevé; d'où :

$$\text{Volume du gaz à } 0^\circ \text{ et } 760^{mm} = 11^{cc},8 \times \frac{643,8}{760(1+\alpha.13)} = 9^{cc},64.$$

Après introduction du gaz CO dans le flacon vide de $10^{lit},63$, et remplissage par de l'air, on aspire le mélange à travers I^2O^5 et Cu. Hauteur h_1 du manomètre du flacon de $10^{lit},63$ au début, $h_1 = 37^{mm}$ à 12°; Hauteur barométrique $H_1 = 759^{mm}$ à 12°. Après aspiration des gaz du flacon, on a $h_2 = 539,5$ à 13° et $H_2 = 760^{mm}$ à 13°; d'où :

$$\text{Volume de CO aspiré à } 0^\circ \text{ et } 760^{mm} = 11^{cc},8 \times \frac{643,8}{760(1+\alpha.13)} \times \frac{501}{720,5} = 6^{cc},63,$$

et volume de CO corrigé de la vapeur d'eau $= 6^{cc},56$.

(⁴) *Éléments du calcul.* — Mêmes valeurs pour les lettres que ci-dessus. Pris $1^{cc},32$

» Ces nombres, très satisfaisants pour les cas ordinaires, pourraient cependant, lorsqu'il s'agit de retrouver des traces seulement d'oxyde de carbone dans l'air, laisser encore quelque inquiétude en raison des faibles différences observées; on pourrait être porté à croire que, lorsque, grâce à l'absorption par le métal de la presque totalité des vapeurs d'iode de l'air circulant, celles-ci ont été amenées à un degré de dilution extrême, ces traces d'iode peuvent échapper à l'action du cuivre. Pour bien éclaircir ce point, j'ai, dans plusieurs de ces expériences, ajouté à la suite du tube à cuivre un tube garni de lessive de potasse destinée à arrêter les dernières traces d'iode. Dans un cas, j'ai fait circuler lentement, en huit heures environ, à travers tout l'appareil, 10^{lit} d'air contenant assez d'oxyde de carbone pour donner près de 15^{mgr} d'iode. Le cuivre placé à la suite de l'anhydride iodique en arrêtait la majeure partie; ce qui pouvait lui échapper se dissolvait dans la potasse. J'ai essayé de doser cette seconde quantité au moyen de la méthode de Rabourdin, modifiée de façon à retirer les moindres quantités d'iode (¹). J'ai trouvé :

Iode arrêté par le cuivre	$14^{mgr},72$
Iode pouvant être passé à travers le cuivre et fixé sur la potasse. Maximum.	$0^{mgr},011$ (²)

» Il suit de là : 1° que le cuivre réduit absorbe en totalité, à 100°, les

---

de CO pur mesuré avec une dépression de mercure de 112^{mm} à 13°. $H = 758^{mm}$ réduite à 0°; $h_1 = 38^{mm}$; $H_1 = 762^{mm}$ à 0°. Après extraction, $h_2 = 591^{mm}$ et $H_2 = 762^{mm}$ à 0°; d'où :

$$\text{Volume de CO aspiré} = 1^{cc},32 \times \frac{646 \times 553}{760(1 + \alpha.13)724} = 0^{cc},82$$

et, après déduction de la vapeur d'eau, volume définitif du CO aspiré $= 0^{cc},813$.

(¹) Pour doser dans ces conditions les moindres traces d'iode, je sursature la lessive de potasse par de l'acide carbonique en refroidissant et j'épuise à froid et à plusieurs reprises le bicarbonate formé par l'alcool à 85° cent. Dans ces conditions, où il s'agit de très faibles poids d'iode, tout l'iodure, et même l'iodate, se dissolvent dans l'alcool. Ce dissolvant est distillé à faible température, et le résidu, acidulé par SO^4H^2 étendu, est additionné d'un peu de sulfure de carbone et de nitrite de soude; on agite et l'iode, qui vient colorer le sulfure, est dosé par comparaison avec une liqueur titrée d'iodure, ainsi que le pratique M. Nicloux.

Il ne faudrait pas, dans cette recherche, substituer la lessive de soude à celle de potasse, l'iodure de sodium étant très dissociable. La potasse employée doit être tout à fait exempte d'iode, condition assez difficile à réaliser.

(²) Ce nombre, déjà bien faible, doit être considéré comme trop fort, car j'ai trouvé dans la potasse que j'employais une trace d'iode préexistant.

vapeurs d'iode mélangées à l'air, ou du moins tant que celui-ci contient au delà de $0^{mgr},01$ d'iode en 10 litres ou 1^{mgr} par mètre cube d'air; 2° qu'un volume de $0^{cc},0044$ d'oxyde de carbone en 10 litres d'air, quantité qui en passant sur I^2O^5 met ce poids de $0^{mgr},01$ d'iode en liberté, peut être apprécié par la pesée du tube à cuivre, pourvu qu'on agisse sur une masse d'air suffisante; or ce volume de $0^{cc},0044$ d'oxyde de carbone en 10 litres répond environ au demi-millionième du volume d'air total ([1]).

» Désormais satisfait de l'exactitude de ma méthode et assuré, ainsi qu'il résulte des nombres précédents, que, *quelle que fût pour ainsi dire la dilution de l'oxyde de carbone dans l'air*, l'augmentation de poids en milligrammes du tube à cuivre multiplié par 0,441 donnait d'une façon précise, en centimètres cubes, le volume de l'oxyde de carbone préexistant, j'ai pensé pouvoir appliquer ces constatations à la recherche et au dosage de ce gaz et des hydrocarbures réducteurs qui peuvent se trouver dans l'atmosphère.

» Au début je me suis servi d'un aspirateur spécial de $103^{lit},800$, jaugé à 15°, qui permettait une circulation régulière et une mesure précise des volumes gazeux. L'air passait d'abord sur un filtre en laine de verre tassée qui arrêtait les corps solides en suspension, puis dans deux tubes légèrement inclinés, de $0^{m},80$ de longueur, remplis de perles de verre humectées de potasse caustique pour absorber l'acide carbonique et les autres gaz acides, enfin dans deux tubes desséchants, à acide sulfurique et anhydride phosphorique sur laine de verre. Ainsi privé de CO^2 et bien sec, l'air arrivait sur la colonne à anhydride iodique suivie du tube à cuivre, l'un et l'autre placés à l'étuve à 100° et dans les conditions ci-dessus dites. Les gaz étaient ensuite reçus, lorsqu'il était nécessaire, dans une série de tubes destinés

---

([1]) Les augmentations de poids du cuivre signalées dans les expériences de contrôle ci-dessus sembleraient accuser une perte d'iode un peu plus grande que celle qu'on recueille dans la potasse. Mais il faut remarquer que l'on a ici admis que l'oxyde de carbone employé était parfaitement pur et sec; or la moindre impureté tend à diminuer le poids de l'iode mis en liberté. Il faut observer aussi que ces expériences ne pourraient donner avec exactitude la limite d'erreur, au moyen des pesées, que si celles-ci sont faites avec toutes les précautions des pesées de haute précision. Dans tous les cas, dans ces expériences, il est nécessaire d'avoir toujours, sur l'un des fléaux de la balance, un tube de même volume, et autant que possible de même forme, que celui à peser; il sert de tare et de compensateur pour corriger les différences de pression et d'état hygrométrique de l'air pouvant se produire d'une pesée à l'autre. C'est ce que nous avons toujours fait.

à recueillir l'acide carbonique et l'eau produits. Les pesées du tube à cuivre m'ont donné les résultats suivants, que je calcule en oxyde de carbone dans les deux dernières colonnes :

	Iode, recueilli sur le cuivre et rapporté à 100lit d'air.	CO correspondant calculé en cent. cubes pour 100 litres d'air.	CO correspondant exprimé en millionièmes du volume de l'air circulant.
	mgr	cc	
Air du laboratoire, mars 1894, temps couvert.	2,8	1,23	12,3
Air de la rue de l'École-de-Médecine à Paris (même mois et même temps).............	0,2	0,09	0,9
Air du boulevard Saint-Germain: Mars 1898. H = 758mm, temps douteux.	0,11	0,048	0,48
Air du boulevard Saint-Germain: Même mois. Alternatives de beau et mauvais temps, t = 8° à 11°........	0,46	0,20	2,0
Air du boulevard Saint-Germain: 23 et 24 mars 1898. H = 752mm. Grains; assez mauvais temps...............	2,1	0,93	9,3
Air du boulevard Saint-Germain: 26 et 28 mars, beau temps. Passé 80lit d'air seulement...................	0,0	0,0	0,0
Air du boulevard Saint-Germain: 4 et 6 avril. Beau temps, H = 759mm à 764mm. Passé 110lit d'air..........	0,0	0,0	0,0

» Pour des raisons que je discuterai plus tard, les quantités ainsi dosées me paraissent être des minima : il est probable que les réactifs employés pour laver l'air et le purger de ses gaz acides ont dissous une petite quantité des gaz à doser. Mais bien qu'approximatifs, ces dosages d'oxyde de carbone de l'air, et d'une partie des gaz réducteurs neutres qui l'accompagnent ne m'en semblent pas moins intéressants, puisqu'ils fixent, jusqu'à un certain degré, un point de la constitution de l'air (du moins de celui qu'on respire dans les grandes agglomérations urbaines) sur lequel nous n'avions jusqu'ici aucun renseignement. Quoi qu'il en soit, je ne donne ces nombres que pour prendre date et comme fournissant des indications préliminaires encore entachées, sans doute, d'erreurs sensibles.

» L'une de celles qu'il faut se garder de commettre consisterait à regarder l'iode mis en liberté par l'air qui circule sur l'acide iodique comme entièrement dû à l'oxyde de carbone. J'ai déjà établi (1) que différents gaz, en particulier les hydrocarbures en C^nH^{2n} et C^nH^{2n-2} qui peuvent se trouver dans l'air atmosphérique réduisent, *plus ou moins*, à 65°-100° l'anhydride iodique, tandis que l'hydrogène et les hydrocarbures saturés n'agissent pas.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 936.

Il faut donc tenir compte, si l'on veut doser seulement l'oxyde de carbone, de la réduction de l'acide iodique due aux divers gaz qui peuvent l'accompagner, et voici, en dehors des précautions minutieuses de détail sur lesquelles je reviendrai prochainement, le principe de la méthode :

» Le tube contenant l'anhydride iodique est pesé sec après y avoir fait circuler, à 220°, de l'air préalablement séché sur de l'acide phosphorique. Le tube à cuivre également séché est aussi pesé exactement avec toutes les précautions déjà dites. Il est suivi d'un tube à acide phosphorique destiné à doser l'eau formée, puis d'un système de trois tubes à acide phosphorique, hydrate de baryte et acide phosphorique, pesés ensemble, où se recueille l'acide carbonique qui peut se former au contact de I^2O^5. Une colonne de ponce sulfurique, non pesée, empêche le reflux de l'humidité venue de l'aspirateur. Les tubes à anhydride iodique, à cuivre, à eau et à acide carbonique, doivent être pesés avec des tares en verre de mêmes volumes, et autant que possible de même surface, suspendues à l'un des fléaux de la balance; les décimilligrammes sont appréciés, la balance étant fermée, par la méthode des oscillations.

» Si l'on a fait passer à travers cet appareil 200^{lit} d'air au moins, l'oxyde de carbone tout entier et une partie des hydrocarbures s'y sont oxydés. Il en est résulté de l'acide carbonique et de l'eau que l'on pèse avec soin. Le poids d'oxygène qui leur correspond est facile à calculer. D'autre part la pesée de l'anhydride iodique indique, après l'expérience, une perte de poids qui, diminuée de celle de l'iode fixé sur le cuivre, donne exactement l'oxygène cédé par cet anhydride. Ce poids est, par rapport à celui de l'oxygène calculé d'après la totalité de l'eau et de l'acide carbonique produits, inférieur de tout celui de l'oxygène apporté par l'oxyde de carbone. Si l'on multiplie cette différence d par le coefficient 1,75 (rapport du poids de l'oxygène O au poids du CO correspondant) on aura le poids de l'oxyde de carbone contenu dans l'air analysé [1].

» Telle est la méthode : elle est fondée, il est vrai, sur l'appréciation

---

(1) On pourrait objecter seulement que d'autres corps que CO, contenus peut-être dans l'air en quantité excessivement faible même par rapport aux doses déjà bien petites d'oxyde de carbone, peuvent apporter aussi de l'oxygène. Mais ces corps oxygénés, presque hypothétiques, devraient être volatils pour exister dans l'air. Or je me suis assuré que les vapeurs d'alcool méthylique, d'aldéhyde et d'acétone ordinaire, mélangées préalablement en petite quantité à l'air que l'on fait circuler ensuite dans la lessive de potasse, l'acide sulfurique et l'acide phosphorique avant de passer sur l'anhydride iodique, ne donnent aucune augmentation de poids du tube à cuivre.

de différences très petites. Mais, d'une part, rien ne s'oppose à ce que les grandeurs à mesurer augmentent autant qu'on voudra, puisqu'il suffit de faire croître le volume de l'air sur lequel on opère; d'autre part, il s'agit simplement d'apprécier avec exactitude les poids de l'eau et de l'acide carbonique formés dans la réaction, et cette partie de la méthode paraît ne pas offrir de causes sérieuses d'erreur. Je me propose cependant, dans une prochaine Note, de faire connaître les difficultés qui m'ont un certain temps arrêté dans le dosage précis de l'eau et de l'acide carbonique transportés par un grand volume d'air, problème que je croyais, avec tous les chimistes, je pense, déjà résolu d'une façon tout à fait satisfaisante.

» Lorsque l'air et ses gaz combustibles ont circulé sur l'anhydride iodique et que l'oxyde de carbone et une partie des hydrocarbures ont été oxydés, les autres gaz combustibles de l'air s'échappent de l'appareil. Il est possible de les doser et même de les séparer partiellement. Je reviendrai bientôt sur cet intéressant sujet. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les pertes d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier de ferme;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« L'odeur d'ammoniaque qu'on perçoit dans les locaux habités par les animaux de la ferme, particulièrement dans les bergeries, indique qu'une fraction de l'azote contenu dans les déjections se dissipe dans l'atmosphère. Il y a quelques années déjà ([1]), MM. Müntz et Girard ont précisé ces pertes à l'aide de la méthode suivante : on pèse avec grand soin la ration consommée par les animaux pendant la durée de l'expérience et l'on détermine l'azote qu'elle renferme. Si, pendant le passage des aliments dans l'organisme, aucune partie de l'azote ne se dégage à l'état libre, on doit retrouver, dans l'augmentation de poids des animaux et dans leurs déjections, tout l'azote ingéré. Or, quand les déjections sont recueillies sur des litières de paille et qu'on dose, à la fin des essais, l'azote contenu dans le fumier produit, qu'on y ajoute l'azote fixé par l'organisme animal, on constate que cette somme est bien inférieure à l'azote des aliments; il arrive parfois que la déperdition s'élève à la moitié, plus souvent au tiers de l'azote ingéré.

» On estime à 800 millions de francs la valeur du fumier produit chaque

([1]) *Annales agron.*, t. XIX, p. 5; 1893.

année en France; si cette valeur était augmentée d'un tiers, par la conservation de l'azote actuellement perdu, on voit que la plus-value serait de 260 millions environ.

» Pour éviter cette énorme déperdition de matières fertilisantes, on a proposé d'ajouter au fumier accumulé dans la cour de ferme des sulfates de calcium ou de fer, ou encore de répandre sous les animaux des phosphates acides, mais un examen attentif de ces modes de traitement a montré qu'ils sont impraticables.

» Au moment de reprendre cette importante question, j'ai voulu savoir si le mode de calcul employé par MM. Müntz et Girard était absolument légitime, si tout l'azote ingéré par les animaux se retrouve dans leurs déjections, quand leur augmentation de poids est nulle ou très faible, et si c'est seulement quand ces déjections, reçues par les litières, séjournent sous les animaux que la perte devient sensible.

» Deux de mes élèves, attachés l'un et l'autre à l'École de Grignon, MM. P. Gay et Dupont, ont exécuté avec grand soin ce travail préliminaire (¹).

» En recueillant exactement les déjections d'un bélier, les auteurs y ont retrouvé presque entièrement l'azote des aliments; la perte a été 4 pour 100 seulement. Mais quand l'animal a reposé sur une litière de paille, qui a été analysée à la fin des quinze jours d'observation, on a constaté une perte de 22 pour 100 de l'azote ingéré.

» Se dégage-t-il, pendant la fermentation qui amène les matières excrémentitielles : urée, acide urique, acide hippurique, à l'état de carbonate d'ammoniaque, de l'azote libre? C'est là une question qui est maintenant à l'étude; je ne m'occuperai aujourd'hui que des pertes d'ammoniaque.

» Or, nous avons sur ce sujet des données très intéressantes fournies, il y a quelques années déjà, par MM. Berthelot et André (²). Les auteurs établissent que le carbonate d'ammoniaque se dissocie dans l'eau, et que les deux gaz s'échappent séparément de la dissolution : l'acide carbonique d'abord, l'ammoniaque ensuite et que, d'après leur expression même, c'est « le départ de l'acide carbonique qui règle celui de l'ammoniaque ».

» En répétant les expériences de MM. Berthelot et André, j'ai naturellement retrouvé leurs résultats; à l'air libre une dissolution de carbonate d'ammoniaque perd en trente jours : 73 pour 100 de son ammoniaque; en

---

(¹) *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 123; 1898.

(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XI, p. 341; 1886.

vase clos, en plaçant seulement, dans la conserve d'expérience, une capsule à acide sulfurique dilué, on trouve qu'après trois jours, 12,1 pour 100 de l'ammoniaque se sont dissipés et 24,2 en huit jours; mais si l'on introduit dans la conserve, en même temps qu'une capsule à acide sulfurique, une capsule à soude caustique pour absorber l'acide carbonique à mesure qu'il s'échappe, on trouve qu'après trois jours la dissolution a perdu 39,3 de l'ammoniaque primitive et après huit jours 83,1.

» C'est donc bien le départ de l'acide carbonique qui règle le dégagement de l'ammoniaque; il était facile d'en déduire que si, au lieu de favoriser ce dégagement d'acide carbonique en l'absorbant à mesure qu'il se diffuse dans l'atmosphère, on l'empêche en introduisant de l'acide carbonique dans les conserves à carbonate d'ammoniaque, les pertes d'ammoniaque se trouveront singulièrement réduites. On a trouvé, en effet, qu'après cinq jours, la dissolution, maintenue dans une atmosphère d'acide carbonique, renfermait encore 99,1 pour 100 de l'ammoniaque primitive.

» Cette expérience est grosse de conséquences pratiques, comme nous allons le voir dans un instant.

» Il importait, toutefois, avant d'en déduire des règles pour la fabrication régulière du fumier, de s'assurer qu'en opérant sur de l'urine ou de l'urine mélangée à la paille, on obtiendrait des résultats semblables à ceux que fournit le carbonate d'ammoniaque.

» Quand on expose à l'air libre de l'urine préalablement stérilisée, puis ensemencée avec du crottin de cheval, elle perd en un mois 45 centièmes de son azote primitif; il reste dans le liquide de l'ammoniaque et une certaine quantité d'azote engagé dans une combinaison organique; en vase clos ou dans l'acide carbonique, les pertes se réduisent à 6,6 et à 5,6 pour 100; la fermentation est cependant très avancée, car on ne retrouve à l'état organique que 12 centièmes de l'azote primitif.

» Quand, en vase clos, on absorbe l'ammoniaque à l'aide d'acide sulfurique, on observe que les pertes d'ammoniaque sont assez lentes à se produire : après cinq jours, elles sont encore nulles, bien que déjà 21 centièmes de l'azote primitif soient amenés à l'état d'ammoniaque; après onze jours, la diffusion s'est produite, on trouve dans l'acide sulfurique 19 centièmes de l'azote primitif.

» En opérant encore en vase clos, mais en absorbant à la fois l'acide carbonique et l'ammoniaque, on retrouve après cinq jours, dans l'urine, 97,1 de l'azote primitif, et seulement 48,0 après onze jours. L'urine se comporte donc comme la dissolution de carbonate d'ammoniaque, mais il est

bien à remarquer que la fermentation ammoniacale ne se produit qu'après quelques jours.

» Si pour imiter ce qui a lieu dans les étables on fait tomber l'urine sur de la paille hachée, et que la proportion de l'urine soit considérable par rapport à celle de la paille : qu'on introduise par exemple 4 d'urine dans 1 de paille, celle-ci n'est pas capable d'absorber tout le liquide; exposé à l'air un pareil mélange perd pendant l'été (juin 1897) : en deux jours, 58,3 de l'azote primitif, 70 en quatre jours, 72,6 en six jours, et 75,7 en huit jours.

» Dans une ferme pauvre et mal tenue, les litières sont parcimonieusement distribuées et les urines non absorbées restent exposées à l'air; les pertes deviennent énormes; elles diminuent beaucoup quand les litières sont distribuées assez copieusement pour absorber toutes les urines émises; en huit jours, on a constaté une perte de 7,2 pour 100 de l'azote primitif, quand le rapport de la paille à l'urine a été $\frac{1}{2}$.

» Pour bien montrer que ce mélange de paille et d'urine se comportait comme l'urine isolée ou le carbonate d'ammoniaque, on a opéré en vase clos, mais en absorbant l'acide carbonique par la soude caustique, et l'ammoniaque par l'acide sulfurique. Après trois jours, il y avait déjà 690^{mgr} d'acide carbonique dans la soude et seulement 21^{mgr} d'azote ammoniacal dans l'acide sulfurique, ce qui correspond à 7,9 pour 100 de l'azote primitif; on a trouvé ensuite que les quantités d'azote échappées du fumier s'élevaient à 31,5 en six jours, 52,6 en huit et 59,7 en douze.

» Tout au contraire, si l'on place le mélange de paille et d'urine dans une atmosphère d'acide carbonique, on retrouve dans le fumier tout l'azote introduit, bien qu'une grande partie ait passé à l'état d'ammoniaque. L'urine fermente donc dans une atmosphère d'acide carbonique, mais toute l'ammoniaque formée reste dans le liquide et ne se diffuse pas dans l'atmosphère.

» Or, j'ai montré, il y a plusieurs années, que lorsque le fumier est bien tassé sur la plate-forme, comme nous le faisons à l'École de Grignon, la fermentation y est très active et l'atmosphère intérieure très chargée d'acide carbonique [1]. Sa présence empêche la diffusion de l'ammoniaque, et si l'on entraîne, à l'aide d'un aspirateur, cette atmosphère au travers d'acide sulfurique titré, on ne constate aucun dégagement d'ammoniaque.

» Il ne se produit donc dans un fumier en pleine fermentation aucune

[1] *Ann. agron.*, t. X, p. 385; 1884.

perte d'ammoniaque. Toutes les additions capables d'arrêter la fermentation sont nuisibles; les arrosages fréquents avec le purin sont au contraire très avantageux.

» Les faits précédents prouvent clairement que les pertes se produisent non pas dans le fumier réuni en tas dans la cour de ferme, mais bien dans les étables ou bergeries quand les litières salies séjournent sous les animaux; en enlevant ces litières tous les jours, pour les conduire à la plate-forme, on écartera la déperdition de l'ammoniaque, car la fermentation ne commencera à se produire que lorsque les litières seront déjà recouvertes et par suite plongées dans une atmosphère d'acide carbonique.

» Toutefois, si les litières ne sont pas abondantes, une partie des urines s'écoule dans les rigoles; elles ne doivent pas y rester, il faut laver à grande eau et diriger les liquides vers la fosse à purin où arrivent également les égouttements du fumier.

» Ce purin est recueilli dans une fosse qui communique avec l'air; l'atmosphère renferme de l'acide carbonique, mais pas d'ammoniaque. Si même on fait passer un courant d'air au travers du purin, pendant plusieurs jours, et que l'on analyse l'air qui a barboté dans le liquide, on y trouve de l'acide carbonique et pas d'ammoniaque.

» En comparant la composition du purin, après le passage de l'air, à ce qu'elle était au début, on trouve que l'ammoniaque n'a pas varié, mais que l'acide carbonique a augmenté; la combustion de la matière organique y est donc constante, et l'excès d'acide carbonique formé empêche la déperdition de l'ammoniaque.

» Si, dans beaucoup d'exploitations bien tenues, on change très souvent les litières dans les étables ou les écuries, on ne cure au contraire les bergeries qu'à de longs intervalles : une fois par mois, par exemple; c'est là une habitude à laquelle il faudra renoncer; elle entraîne des pertes d'ammoniaque considérables et exerce souvent une influence fâcheuse sur la santé des animaux.

» En résumé, les règles à suivre pour éviter les pertes d'ammoniaque pendant la fabrication du fumier sont très simples :

» 1° Conduire les litières salies sur la plate-forme, le plus souvent possible : tous les jours, par exemple;

» 2° Laver les rigoles de façon à ne pas y laisser séjourner les urines;

» 3° Arroser souvent le fumier avec le purin, de façon à y déterminer

une fermentation active; la production constante de l'acide carbonique, dans la masse bien tassée, s'oppose absolument à la diffusion de l'ammoniaque. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin.* Note de MM. **Aimé Girard** et **Lindet.**

« L'étude que nous avons faite en 1893 et 1894 (¹) sur la composition des raisins des différents cépages de France nous a engagés en 1895 à rechercher les transformations successives que la grappe subit dans ses différentes parties avant d'atteindre la maturité, c'est-à-dire l'état où nous l'avions examinée précédemment.

» Pour donner aux résultats un caractère aussi général que possible, nous avons soumis à la même analyse et simultanément des raisins de trois cépages différents, nettement caractérisés, et provenant de régions différentes aussi : des raisins d'*Aramon* (Hérault), des raisins de *Petit-Verdot* (Gironde), des raisins de *Pinot-Noir* (Saône-et-Loire). Nous avons pu faire des raisins de chacun de ces cépages cinq analyses successives, espacées d'une quinzaine de jours. Les échantillons ont toujours été choisis et expédiés avec le plus grand soin par trois des viticulteurs qui nous avaient déjà prêté leur concours en 1893, M. Crassous, M. G. Roy, M. E. Pétiot, auxquels nous adressons nos vifs remercîments. Les chiffres que nous donnons ici ne sont relatifs qu'au cépage Aramon; les autres résultats, ainsi que les détails des recherches, devant être publiés très prochainement dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*.

» I. La rafle, qui soutient les grains, n'est pas sujette au même accroissement que ceux-ci; quelle que soit la maturité du raisin, les rafles de grappe moyenne, c'est-à-dire celles qui portent le même nombre de grains, présentent des poids sensiblement égaux.

» Aussi, doit-on s'attendre à ce que la composition chimique de ces rafles varie dans de faibles limites, et les seules différences que l'on constate tiennent, d'une part, à ce que la rafle se dessèche au cours de la maturation, d'autre part, à ce que la poussée vers le grain des matériaux éla-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 182, et *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, p. 694; 1895.

borés par les feuilles et les racines est plus ou moins active, ainsi que le Tableau ci-dessous permet de le juger.

		13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
Eau		90,24	81,61	80,65	80,16	74,53
Rafle supposée sèche.	Sucres	non dosés.	non dosés.	5,52	14,91	4,00
	Bitartrate de potasse	10,86	6,41	5,21	5,69	3,37
	Acide tartrique libre	néant.	néant.	0,05	0,10	0,23
	Tannin normal	10,24	4,78	3,87	5,69	4,86
	Tannin anhydride	7,14	4,02	3,46	4,83	5,37
	Matières azotées	non dosées.	5,43	4,18	6,45	4,94
	Celluloses	non dosées.	41,65	44,13	45,51	41,61
	Matières minérales [1]	non dosées.	7,22	7,12	non dosées.	8,59
	Matières non dosées	»	»	26,46	»	27,03
		»	»	100,00	»	100,00

» Cette inégalité dans la circulation à travers la rafle, dont il a été parlé plus haut, fait varier la proportion des sucres réducteurs entre des limites très éloignées; cette proportion est naturellement plus forte au moment de la véraison, comme si, dirigée vers cette pulpe qui ne peut la loger assez vite, la matière sucrée s'arrêtait en attente dans le canal d'alimentation que la rafle constitue.

» Les variations que la rafle subit dans la teneur de ses éléments acides suivent la même loi. La quantité de ces éléments acides (et spécialement la quantité de tartre) y diminue pendant que le grain mûrit. La production des acides se ralentit et ne compense plus les quantités qui s'accumulent dans le grain.

» Mais les autres éléments, les matières azotées, les matières ligneuses, les cendres se présentent en quantité constante, quelle que soit l'époque de la cueillette.

» Nous avons repris en 1895 l'étude, que nous avons ébauchée en 1894, d'un produit brun, de goût âpre, auquel nous avions donné le nom très impropre de *matière résineuse*. Cette matière appartient à la classe des *phlobaphènes*, et si l'on adopte l'opinion d'Etti, elle doit être considérée comme l'anhydride du tannin que les rafles renferment. Nous l'avons extraite de plusieurs façons, mais de préférence en faisant macérer les rafles dans l'éther à 53°, en évaporant dans le vide froid la couche hydro-

[1] Déduction faite du carbonate de potasse des rafles.

alcoolique que la diéthéralyse détermine et précipitant par l'eau le sirop obtenu ; le phlobaphène égoutté, puis séché sur l'acide sulfurique dans le vide, est une poudre brune, très peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans les alcalis et précipitable par les acides, soluble dans le tannin, précipitable par l'eau de brome, le chlorure de sodium, d'ammonium, etc. Il donne une coloration verte avec les sels de fer, précipite l'albumine et la gélatine, fournit de l'acide protocatéchique par l'action de la potasse fondante. Il offre donc les mêmes propriétés et, soumis d'ailleurs à l'analyse organique, il donne les mêmes chiffres de carbone (57,35 et 57,85) et d'hydrogène (4,71 et 4,75) que le phlobaphène qu'Etti a retiré des écorces de chêne et des cônes de houblon.

» Le dosage du tannin et du phlobaphène nous a montré un fait physiologique intéressant : c'est que ces deux matières se rencontrent souvent dans les rafles formant une somme constante; si un abaissement vient à se produire dans la teneur en tannin, il est compensé par la teneur en phlobaphène; le phénomène inverse a lieu, et il n'est pas téméraire de voir dans le tannin normal la forme de voyage des matériaux de cet ordre, et, dans son anhydride, leur forme de réserve.

» II. Des trois parties dont le grain est formé, la pulpe seule augmente de poids pendant la maturation; la peau et les pépins ne semblent pas contribuer à l'accroissement de ce grain. Le Tableau suivant indique le poids de peaux, de pépins et de pulpe, que renferment 100 grains de raisin Aramon :

	13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
	gr	gr	gr	gr	gr
Peaux	24,10	23,10	27,50	27,20	28,69
Pépins	6,80	9,25	8,95	8,00	7,11
Pulpe	87,10	202,70	288,50	364,80	414,20
Poids de 100 grains	118,00	235,05	324,95	400,00	450,00

» Le poids des peaux reste constant; le poids des pépins s'abaisse, au moment de la maturité; seul, le poids de pulpe s'accroît avec une étonnante rapidité.

» Cependant, chacune des parties constituantes du grain, même quand son poids semble rester stationnaire, est le siège de transformations intéressantes, et ce sont ces transformations, subies par l'un de nos raisins, l'Aramon, que résume le Tableau suivant, où les chiffres expriment les

quantités de matériaux accumulés dans la pulpe, les peaux et les pépins de 100 grains de raisin :

		13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 sept.
		gr	gr	gr	gr	gr
Dans la pulpe de 100 grains.	Sucres réducteurs	0,43	2,19	15,56	35,98	57,57
	Bitartrate de potasse	0,41	0,86	1,63	1,68	2,34
	Acide tartrique libre	0,31	1,01	0,80	0,44	0,22
	Acide malique	1,95	3,65	4,39	2,08	1,99
	Acides autres (¹)		1,15	0,86	2,00	1,03
	Matières azotées	0,10	0,30	0,43	0,51	1,21
	Matières minérales (²)	0,06	0,14	0,17	0,40	0,67
Dans les peaux de 100 grains.	Matière sèche	3,22	3,82	5,54	6,09	6,55
	Bitartrate de potasse	0,08	0,29	0,26	0,14	0,09
	Acide tartrique libre	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
	Acide malique et autres (¹)	0,47	0,37	0,25	0,20	0,23
	Tannin normal	0,12	0,23	0,27	0,27	0,28
	Tannin anhydride	0,13	0,23	0,36	0,22	0,23
	Matières azotées	0,12	0,28	0,30	0,39	0,66
	Celluloses	»	2,60	»	2,34	1,98
	Matières minérales (²)	0,08	0,08	0,19	0,17	0,42
Dans les pépins de 100 grains.	Matière sèche	0,78	4,39	5,28	5,00	4,50
	Huile	0,05	0,54	0,89	0,98	0,79
	Tannin normal	0,11	0,32	0,37	0,30	0,19
	Tannin anhydride	0,10	0,15	0,10	0,12	0,35
	Matières azotées	0,14	0,42	0,44	0,41	0,35
	Celluloses	»	2,49	2,60	2,50	2,14
	Matières minérales (²)	»	0,11	0,14	0,14	0,11

» A. *Étude de la pulpe.* — Durant la première période de la végétation du grain, la pulpe se constitue, s'enrichit de matériaux divers et principalement d'éléments acides ; mais le sucre n'y apparaît qu'en petite quantité : au moment de la véraison, qui s'est produite pour l'Aramon vers le 9 août, c'est-à-dire à la troisième cueillette, le régime physiologique se modifie : le sucre s'accumule dans la pulpe qui se forme et se déshydrate, pendant que les éléments acides disparaissent.

» Nous avons rencontré quelquefois, surtout dans la pulpe de raisins verts, à côté du sucre réducteur, et sans que nous puissions affirmer l'exis-

(¹) Exprimés en acide malique.

(²) Déduction faite du carbonate de potasse du tartre.

tence du saccharose, une petite quantité de sucre susceptible d'inversion. Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur a été toujours, au début, trouvé dextrogyre, atteignant jusqu'à 65°, et supérieur par conséquent à celui du dextrose. Nous avons assisté, pendant la maturation, à l'apport continu du lévulose lévogyre, et avons constaté, à la maturité, que les deux sucres s'étaient, dans la pulpe, accumulés en parties égales; ces faits avaient été d'ailleurs mis déjà en évidence par plusieurs expérimentateurs, MM. Bouffard, Dugast et Pousset, etc.

» Si l'on considère le poids d'acide tartrique libre et combiné, contenu dans la pulpe de 100 grains, on remarque que celui-ci augmente continuellement; une partie de l'acide tartrique formé peut être brûlée, mais la plus grande partie est fixée à l'état de bitartrate de potasse; l'acide tartrique libre, l'acide malique (que nous sommes parvenus à doser en nous basant sur la différence de solubilité à chaud et à froid du malate de plomb), les autres acides, parmi lesquels nous avons reconnu la présence de l'acide glycolique, disparaissent par combustion directe.

» Nous avons établi par des expériences nombreuses, et en disséquant des grains de différente maturation, qu'au début de la végétation, la zone de pulpe environnant les pépins est plus riche en sucre, plus pauvre en acides, que la zone périphérique, et que, dès la véraison, au moment où les acides commencent à disparaître, le régime de distribution change totalement, la pulpe extérieure devenant plus sucrée et moins acide que la pulpe située au centre du grain.

» Au moment de la maturité, on voit la quantité de matières azotées contenues dans 100 grains, augmenter dans des proportions considérables, devenir triple, quadruple et même, dans le cas de l'Aramon, décuple de ce qu'elle était au début. Il en est de même des matières minérales qui s'accumulent dans la pulpe au dernier moment de la maturité. Les peaux, dont nous parlerons plus loin, subissent également cette augmentation brusque dans la teneur en matières azotées et en matières minérales.

» B. *Étude des peaux*. — Le peu de variabilité que l'on observe dans le poids de la peau recouvrant chaque grain montre que celle-ci se distend au fur et à mesure que le grain grossit; mais elle ne conserve pas une composition constante; elle se déshydrate peu à peu et s'assimile de nouveaux matériaux sans changer sensiblement de poids.

» Les éléments acides se modifient; le poids de bitartrate de potasse, contenu dans 100 peaux, augmente jusqu'à la véraison puis diminue rapi-

dement; les acides malique et autres, accumulés dès le début dans le grain, tendent à disparaître bien avant la maturation.

» Le tannin, qui, dans ce cas encore, est accompagné de son anhydride, augmente en poids jusqu'à la véraison, et, à partir de cette époque jusqu'à la maturité, il reste stationnaire.

» La production de cette matière odorante, dont nous avions signalé autrefois l'importance, et qui impose au vin le caractère du cépage dont il provient, devait naturellement attirer notre attention. Nous avons fait macérer des peaux de chaque cueillette dans l'alcool faible; aidés de l'expérience d'un dégustateur émérite, M. Cuvillier, nous avons constaté que, au début, les liqueurs alcooliques présentaient un goût de *vert* prononcé, et que l'on ne percevait nettement le bouquet dont nous avons parlé que quand la véraison avait commencé; ce bouquet s'accentuait alors jusqu'à la maturité et devenait caractéristique du cépage.

» C. *Étude des pépins*. — Les pépins semblent avoir une vie beaucoup plus indépendante. Une fois le pépin constitué, c'est-à-dire avant même la véraison, le poids des celluloses, des matières azotées, des matières minérales reste sensiblement constant. Il en est de même du tannin et de son anhydride dont les poids, ainsi qu'il a été dit à propos de la rafle, sont complémentaires, le tannin augmentant au début, tandis que le phlobophène tend à disparaître, celui-ci reparaissant à la fin de la maturation, au moment où le tannin diminue.

» Les pépins, noyés dans la pulpe même, se dessèchent progressivement et perdent plus de la moitié de leur poids d'eau. Mais ce n'est pas seulement à cette dessiccation qu'il faut attribuer la diminution de poids des pépins de 100 grains que nous avons signalée plus haut. Une certaine quantité de l'huile, dont la production a été progressive au cours de la végétation, disparaît au dernier moment, par un phénomène de combustion intracellulaire. Le pépin perd en même temps une partie de sa matière azotée, de ses celluloses et de ses matières minérales. Cette modification coïncide avec une production plus abondante des acides gras volatils que nous avons cette année reconnus être en partie à l'état libre, mais surtout à l'état de glycérides. »

CHIRURGIE. — *Des modifications subies par les lambeaux dermiques dans la greffe autoplastique et des conditions qui favorisent leur accroissement en surface;* par M. **Ollier.**

« Dans ma précédente Communication sur les greffes autoplastiques, comme moyen de réparer les grandes pertes de substance de la peau ([1]), j'ai envisagé surtout la question au point de vue chirurgical. Il me reste à l'examiner au point de vue physiologique, c'est-à-dire à étudier les modifications que subissent les transplants dans leur structure, leur nutrition et leurs dimensions, en rapprochant ces faits des observations analogues consignées dans l'histoire de la greffe animale. Mais je n'insisterai pas sur cet ordre d'arguments; malgré l'analogie qu'on trouve dans les processus d'adhésion et dans les conditions qui les favorisent, c'est uniquement par les faits observés sur l'homme que nous pouvons connaître la valeur de la greffe en Chirurgie.

» Le point que je veux envisager particulièrement aujourd'hui, c'est l'accroissement des lambeaux de peau transplantés et le mécanisme de leur augmentation en surface. Et d'abord cet accroissement existe-t-il? Est-il réel ou apparent? Dans le fait que j'ai soumis à l'Académie, en l'accompagnant de dessins très démonstratifs, l'augmentation en surface des lambeaux dermiques transplantés sur une plaie, après séparation complète, est incontestable. Deux de ces lambeaux, longs de $0^{m},09$, ont aujourd'hui $0^{m},11$ environ (110^{mm} et 116^{mm}) et pour cette mensuration je ne tiens compte que de la partie réellement dermique, et je néglige la zone périphérique due aux expansions conjonctivo-épidermiques parties des bords du lambeau. Ces expansions périphériques augmentent bien la surface apparente du lambeau, mais ne constituent pas une peau véritable; elles sont le résultat de la prolifération des cellules de la couche de Malpighi. Les greffes faites sur le blanc avec la peau de nègre permettent bien de saisir ce processus.

» Cette zone périphérique se confond avec les bords amincis du lambeau taillé par le bistouri ou le rasoir, mais elle se distingue toujours de la partie dermique épaisse, souple, douce au toucher, garnie ou non de poils, qui

([1]) *Comptes rendus*, 1er mai 1898.

constitue la portion fondamentale de la greffe autoplastique. L'accroissement en surface de ce derme transplanté, démontré par des mensurations faites à diverses époques, est un fait difficile à expliquer, parce qu'il est en contradiction avec ce que nous savons sur l'avenir des lambeaux de tissus vivants transplantés, chez l'adulte.

» L'atrophie plus ou moins grande des tissus transplantés est la règle; et le plus souvent l'atrophie arrive bientôt à la résorption complète pour les lambeaux transplantés au milieu des tissus où ils ne vivent pas normalement.

» Quelque rapide et complète que soit l'adhésion, quelque nombreuses que soient les relations vasculaires qui s'établissent entre le transplant et le sujet récepteur, nous n'avons jamais vu sur l'homme le transplant prendre une nouvelle énergie végétative. Il y a, du reste, ici une différence essentielle à établir suivant l'âge des sujets, et nous pouvons à cet égard invoquer les faits expérimentaux pour nous en rendre compte.

» Un transplant, pris sur un sujet adulte qui n'a plus à grandir, n'acquiert pas de propriétés végétatives nouvelles par le fait de la transplantation. Il peut paraître, à un moment donné, turgescent, plus épais, grâce à l'activité d'une circulation nouvelle qui l'irrigue abondamment; mais cette turgescence n'est que temporaire, et bientôt le tissu transplanté reprend sa dimension première et diminue ensuite plus ou moins rapidement.

» Si le transplant est pris sur un sujet jeune, qui a encore beaucoup à grandir, les conditions sont différentes, ses éléments cellulaires n'ayant pas épuisé leur énergie proliférante.

» En expérimentant sur les animaux, on voit que la transplantation peut augmenter, et même considérablement, les propriétés végétatives de certains tissus. Duhamel l'a depuis longtemps démontré en greffant des ergots de jeunes poulets dans des crêtes de coq. Dans ces conditions, le transplant s'hypertrophie et peut acquérir une longueur de plusieurs pouces.

» Les lambeaux de périoste transplantés au milieu de tissus étrangers à l'ossification éprouvent immédiatement une suractivité de leur prolifération cellulaire. Ils fournissent, au bout de quelques jours, une masse de cartilage et d'os supérieure à celle qu'ils auraient fournie normalement dans le même laps de temps. Mais cette suractivité végétative n'est que temporaire, et leur rendement final n'est pas supérieur à celui qu'ils auraient fourni dans des conditions normales, sauf dans les conditions

d'irritation méthodique et progressive que j'ai étudiées autrefois à propos des os hétérotopiques.

» Dans notre fait de greffes cutanées autoplastiques nous nous trouvons dans des conditions tout à fait différentes. Le sujet avait cinquante ans et l'accroissement normal de la peau était depuis longtemps arrêté. Comment alors expliquer l'augmentation en surface que nous avons constatée?

» Cette augmentation n'a pas porté proportionnellement sur tous les lambeaux, et elle ne s'est pas également manifestée dans tous les sens. S'il est des lambeaux qui ont augmenté d'un quart en longueur, d'autres n'ont pas sensiblement varié. L'ensemble des greffes a cependant augmenté puisque l'espace qu'elles recouvrent est plus long de 4^{cm} et plus large de 15^{mm}.

» Pour nous, la cause de cet agrandissement de l'espace occupé primitivement par la plaie (espace qui aurait dû se rétrécir beaucoup si la plaie eût guéri par cicatrisation naturelle) tient aux mouvements de la région et à l'extension exercée sur les lambeaux dermiques par ces mouvements. Le genou est devenu plus mobile depuis que l'opération a fait disparaître le tissu cicatriciel qui bridait les mouvements, et c'est sur la partie postérieure de la plaie que dans l'extension du membre les tissus éprouvent la plus grande tension. Or, ce sont justement les lambeaux situés en arrière qui présentent l'accroissement le plus considérable.

» L'augmentation en surface des lambeaux n'est pas uniquement expliquée, sans doute, par le phénomène physique de l'extension exercée sur eux. En augmentant en surface, ils n'ont pas perdu leur épaisseur. L'extension répétée dans les mouvements du membre provoque certainement des modifications nutritives par l'irritation de leurs éléments anatomiques. Cette irritation est suivie d'un certain degré d'hyperplasie interstitielle qui conserve aux lambeaux leur épaisseur et leur consistance, comme lorsque la peau normale est refoulée par le développement d'une tumeur profonde. Les lambeaux dermiques, qui s'étaient retirés sur eux-mêmes par une rétraction inévitable au moment de leur séparation, paraissent particulièrement disposés à éprouver ces effets de l'extension. Ils sont en quelque sorte déplissés par les tiraillements périphériques. Ce qui vient, en outre, confirmer la théorie que nous exposons, c'est que les poils qu'on retrouve sur les lambeaux sont plus éloignés les uns des autres que dans la région où le lambeau a été pris; mais ce sont là des points de repère difficiles à préciser. Quoi qu'il en soit, rien ne vient démontrer l'agrandissement

propre, spontané, c'est-à-dire l'agrandissement par hypernutrition ou hyperplasie interstitielle et primitive du lambeau. Jamais nous n'avons observé cette augmentation en surface des lambeaux transplantés sur des régions fixes ou qui ne sont pas soumises à des mouvements étendus. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'obtention de cultures et d'émulsions homogènes du bacille de la tuberculose humaine en milieu liquide et « sur une variété mobile de ce bacille »*. Note de M. S. **Arloing**.

« Dans le but de me livrer à des études sur le phénomène de l'agglutination, je tentais depuis longtemps d'obtenir des émulsions homogènes de bacilles de Koch, en partant de cultures sur milieu solide. Ces tentatives avaient très médiocrement réussi; mais, dernièrement, j'ai atteint mon but de deux manières : 1° en obtenant sur milieu solide des cultures faciles à émulsionner; 2° en obtenant des cultures homogènes dans du bouillon glycériné.

» Pareil changement dans l'état de ce bacille étant difficile à réaliser, je juge utile de dire mon *modus faciendi*.

» I. J'ai obtenu les premières sur la pomme de terre cuite. Le succès est subordonné à la qualité des pommes de terre et à l'imprégnation constante du support nutritif par l'eau glycérinée.

» Les pommes de terre qui ne brunissent pas à la cuisson, qui abandonnent facilement au lavage l'amidon des cellules ouvertes sur la coupe m'ont paru les meilleures. Je les fais cuire convenablement; je les divise en tranches rectangulaires que j'introduis dans un tube de verre *ad hoc*, rétréci vers son quart inférieur; je dépose au-dessous du rétrécissement une certaine quantité d'eau additionnée de 6 pour 100 de glycérine neutre; je ferme l'entrée du tube avec un tampon de coton et un capuchon de caoutchouc et je stérilise le tout une dernière fois à $+111°$-$115°$. Je féconde ensuite l'une des faces de la tranche de pomme de terre et je dépose le tube dans une étuve chauffée à 38°-39° en l'inclinant de telle sorte que la face ensemencée regarde en haut et que l'eau glycérinée vienne baigner l'extrémité inférieure de la tranche.

» Dans ces conditions, la culture réussit toujours plus ou moins. Je la renouvelle à plusieurs exemplaires en empruntant la semence à des colonies vigoureuses. Dans le nombre, j'ai trouvé des cultures dont les colonies rapprochées, luxuriantes, avaient un aspect gras et brillant. Je me suis

attaché à les reproduire, supposant que l'on pourrait aisément diviser leurs colonies et mettre les bacilles qui les constituent en suspension dans le bouillon ou le sérum artificiel.

» Les faits ont répondu à mon attente. Ces colonies grasses, brillantes, peuvent être émulsionnées sous les frictions d'une simple baguette de verre ou mieux dans un petit mortier d'agate.

» Si la division paraît imparfaite, on place l'émulsion dans un petit tube et l'on ne tarde pas à obtenir, dans les couches supérieures, un liquide où les bacilles sont tous libres et indépendants les uns des autres.

» II. J'ai obtenu des cultures homogènes liquides en partant des cultures précédentes. Parmi elles, il en est dont les colonies, situées près du bord inférieur de la tranche, s'étendent à la surface de l'eau glycérinée qui vient baigner la pomme de terre, et d'autres dont les colonies se désagrègent et troublent la transparence du liquide aussitôt qu'elles se projettent au delà de leur support solide. Les premières possédant la tendance à végéter en voile à la surface des liquides, je les ai abandonnées. Quant aux secondes, j'ai constaté que plusieurs pouvaient végéter et parfois d'emblée dans la profondeur d'un bouillon glycériné.

» Je crois avoir favorisé l'apparition de cette aptitude par les manœuvres suivantes : tous les deux jours, j'immergeais doucement dans l'eau glycérinée la face ensemencée des tranches de pomme de terre, par un simple mouvement de rotation des tubes, de manière à accoutumer les colonies au contact du liquide au fur et à mesure de leur croissance et à entraîner, par une sorte de friction extrêmement légère, les bacilles les plus superficiels et les plus faciles à séparer de leurs voisins; au bout de quelques semaines, l'eau glycérinée était transformée en une véritable émulsion de bacilles.

» Ce résultat obtenu, je l'ai conservé en bouillon glycériné par le système de l'agitation. Plusieurs fois par jour, à partir du moment de l'ensemencement, j'agitais ou je faisais agiter vivement les matras dans lesquels je poursuivais les cultures.

» Le bouillon de ces matras reste limpide pendant trois à quatre jours, puis une végétation légère apparaît sur le fond; celle-ci fait des progrès et bientôt le bouillon se trouble dans toute sa masse. Beaucoup plus tard, la culture tend à s'éclaircir comme une culture quelconque.

» III. Si l'on porte sous le microscope une goutte de ces cultures à n'importe quelle période de leur évolution, on s'assure qu'elle est peuplée d'organismes mobiles dont quelques-uns donnent la sensation visuelle des

microcoques. Mais, après avoir séché, fixé et coloré la préparation, on s'aperçoit qu'elle est peuplée exclusivement de bacilles uniformes. La sensation précitée est donc l'effet de la mobilité des organismes qui peuvent s'offrir à l'observateur par une de leurs extrémités.

» Ces bacilles sont isolés, rarement accolés, droits ou légèrement courbés, souvent granuleux, un peu plus gros que les bacilles contenus dans les crachats de tuberculeux, et présentent la réaction caractéristique aux procédés de coloration de Ziehl et d'Ehrlich.

» On peut donc obtenir des cultures et des émulsions homogènes de bacilles de la tuberculose humaine. Dans les cultures en bouillon et à la sortie de l'étuve, les bacilles de la tuberculose peuvent être doués de mouvements très agiles; conséquemment, l'immobilité n'est pas pour eux une caractéristique absolue, ainsi qu'on l'admet généralement. »

M. Van Tieghem, en offrant à l'Académie, pour sa Bibliothèque, les deux Volumes de la troisième édition de ses *Éléments de Botanique*, s'exprime en ces termes :

« J'ai fait, naturellement, tous mes efforts pour mettre cette édition nouvelle au courant de tous les progrès accomplis en Botanique depuis l'année 1893, date de l'achèvement de la deuxième édition. Ces progrès ont intéressé : d'une part, la Morphologie et la Physiologie des plantes, c'est-à-dire la Botanique générale, traitée dans le premier Volume; d'autre part, l'Histoire des familles végétales, c'est-à-dire la Botanique spéciale, qui fait l'objet du second Volume. De là, dans le premier Volume, toute une série de modifications et d'additions, portant notamment sur la structure de la racine, de la tige et de la feuille, sur la formation de l'œuf, etc., qui l'ont augmenté de cinquante pages avec les figures correspondantes. De là surtout, dans le second Volume, un remaniement complet de la Classification des Phanérogames, où il a fallu introduire une classe nouvelle, celle des Liorhizes dicotylées, intermédiaire aux Liorhizes monocotylées, ou Monocotylédones, et aux Climacorhizes, ou Dicotylédones, où il a fallu aussi, chez ces dernières, faire une place au groupe nouveau des Inséminées, avec ses cinq ordres et ses trente-neuf familles, remaniement qui a nécessité une addition de cent pages avec les figures correspondantes.

» C'est, en somme, pour l'Ouvrage entier, une augmentation de cent cinquante pages, qui, jointe à une foule de corrections et de modifications de détail, fait de cette édition un Livre véritablement nouveau. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget). — MM. Darboux, Picard, Poincaré, Jordan, Hermite.

Prix Bordin (*Sciences mathématiques*). — MM. Poincaré, E. Picard, Maurice Lévy, Appell, Darboux.

Prix Damoiseau. — MM. Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf, Radau.

Prix Fourneyron. — MM. Sarrau, Maurice Lévy, Léauté, Boussinesq, Sebert.

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Chauveau, Guyon.

Prix Gay. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Milne-Edwards, Grandidier.

Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) *pour l'année* 1900. — MM. Poincaré, Darboux, Hermite, Jordan, E. Picard.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (*Sciences mathématiques*) *pour l'année* 1900. — MM. Poincaré, Darboux, E. Picard, Appell, J. Bertrand.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay, pour l'année 1900. — MM. Gaudry, Marcel Bertrand, de Lapparent, Fouqué, Michel Lévy.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour l'année 1900. — MM. d'Arsonval, Marey, Chauveau, Bouchard, Duclaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **H. de Sarrauton** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Théorie et application du système de l'heure décimale ».

(Renvoi à la Commission nommée pour l'étude de la modification de l'heure nationale.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques.* Note de M. H. **Deslandres.**

« Dans l'avant-dernière séance M. Goldstein a signalé plusieurs coïncidences d'idées et de résultats dans les Mémoires que nous avons publiés l'un et l'autre sur les rayons cathodiques. Je crois devoir présenter quelques remarques sur les points soulevés par M. Goldstein, en ajoutant quelques faits nouveaux et en insistant sur l'explication simple que les rayons cathodiques assurent à plusieurs phénomènes célestes.

» J'ai été conduit, par l'observation de l'éclipse totale du Soleil de 1893 au Sénégal, à attribuer la couronne ou partie haute de l'atmosphère solaire à un simple phénomène cathodique; puis, pour éclaircir certains points, j'ai fait une série d'expériences de laboratoire, dont j'ai donné les résultats principaux en 1897, dans quatre Notes successives à l'Académie ([1]).

» Or, dans la première de ces Notes, deux des faits présentés ont été observés antérieurement par M. Goldstein, et décrits par lui dans un Mémoire remarquable (*Eine neue Form electrischer Abstossung*; 1880) que je ne connaissais pas alors, et qui n'a pas été inséré dans les revues périodiques. Ces deux faits sont les suivants : 1° Un rayon cathodique est attiré par une anode; 2° La répulsion du rayon par une cathode ne se produit plus lorsqu'un corps solide est interposé ([2]). Je suis heureux de reconnaître ici la priorité de M. Goldstein, qui a découvert, comme on sait, plusieurs propriétés importantes des rayons cathodiques.

» D'autre part, je profite de cette occasion pour signaler que le fait

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678, 945, 1297 et t. CXXV, p. 373.

([2]) Cependant des expériences non encore publiées m'ont montré que le second fait n'est peut-être pas aussi général que M. Goldstein et moi avons pu le penser au début. Un faisceau cathodique, limité par une fente étroite, passe à côté d'un fil métallique, qui est parallèle à la fente, et dont la moitié supérieure est entourée par un tube de verre ordinaire de 1^{mm} d'épaisseur. Lorsque le fil est cathode ou relié à la terre, le demi-faisceau inférieur subit la forte déviation habituelle; le demi-faisceau supérieur se divise en deux parties distinctes : une partie intense non déviée, et une partie moins brillante, qui est nettement repoussée. De nouvelles expériences sont nécessaires pour l'interprétation des résultats.

principal de ma seconde Note a été attribué à tort, en Allemagne, à M. Goldstein (*Beiblätter der Annalen der Physik und Chemie von E. Wiedemann*, 1897, p. 650 et 780).

» En effet, la répulsion par une cathode du rayon cathodique émis par une autre cathode a été découverte, avant 1880, par M. Goldstein qui lui a donné le nom de *déflexion*. Mais ensuite j'ai reconnu, et le premier à ma connaissance, que le rayon repoussé se divise le plus souvent en plusieurs rayons inégalement repoussés, qui, dans des circonstances favorables, apparaissent séparés. J'ai appelé *rayons cathodiques simples* ces rayons inégalement repoussés qui, comme je l'ai montré ensuite, correspondent à des oscillations électriques simples.

» De même, la déviation subie par un rayon de lumière ordinaire qui traverse un corps transparent a été reconnue avant la division simultanée de ce rayon en rayons *simples*, distincts et inégalement déviés.

» De plus je ne puis admettre les coïncidences d'idées et de résultats que M. Goldstein signale sur les autres points. M. Goldstein s'appuie sur des passages de mes Notes, et de très bonne foi, comme il résulte des explications échangées; mais un des passages cités est incomplet; dans un autre le sujet est changé. En réalité le sens est modifié.

» Ainsi, au passage cité (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 375) « Le rayon » dévié par une capacité s'étale dans le sens perpendiculaire à la dévia- » tion », il faut ajouter la suite « d'autant plus que le rayon est plus » dévié ». Le résultat qui se rapporte aux rayons simples repoussés inégalement et séparés apparaît alors distinct du résultat antérieur de M. Goldstein qui est relatif au même sujet, mais s'applique aux rayons confondus.

» Je passe aux idées que nous avons émises l'un et l'autre sur l'intervention des rayons cathodiques dans plusieurs phénomènes célestes. Certes, M. Goldstein a admis, *a priori*, dès l'année 1881, que le Soleil pouvait émettre des rayons cathodiques, aussi bien que des rayons lumineux, et exercer ainsi une certaine action sur la Terre; mais il n'indique pas comment et par quelles parties du Soleil ces rayons sont émis et comment ils agissent sur la Terre. Plus tard, il a expliqué les comètes par les rayons cathodiques secondaires et par la déflexion.

» Pour ma part, j'ai été conduit à des idées analogues par une voie tout autre, par la reconnaissance de régions d'émission de rayons cathodiques dans l'atmosphère solaire. J'ai exposé ces résultats dans mon Mémoire sur les *Observations de l'éclipse de* 1893 (Gauthier-Villars; 1896), Mémoire que ne cite pas M. Goldstein.

» L'étude spectrale de la chromosphère ou partie basse de l'atmosphère solaire montre qu'elle est un phénomène électrique qui, même, est comparable au phénomène de l'électricité atmosphérique terrestre. Or la partie haute de la chromosphère est électrisée et raréfiée, et, donc, doit émettre des rayons cathodiques. Ces rayons, à peu près normaux à la surface solaire, sont plus intenses aux points où la chromosphère est elle-même plus brillante, c'est-à-dire au-dessus des taches et facules. J'explique alors aisément, d'abord la couronne entière du Soleil avec ses rayons, ensuite les comètes avec leurs queues multiples, et les relations avec le magnétisme terrestre.

» Mais, dans cette explication et pour les comètes en particulier, je n'ai pas recours, comme M. Goldstein, aux rayons cathodiques secondaires et à la déflexion, au moins pour les parties principales du phénomène. Je n'ai pas écrit le passage cité : « La déflexion explique bien la force répulsive émanée du Soleil ». Le sujet de la phrase est tout autre. J'ai écrit : « L'émission de rayons cathodiques par la chromosphère supérieure explique bien.... » (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678).

» En fait, pour moi, la force répulsive du Soleil est due simplement à la répulsion bien connue que le rayon cathodique primaire exerce sur le corps qu'il frappe (Crookes). Si l'on considère une petite particule, l'attraction du Soleil ou de tout autre corps est proportionnelle à sa masse; mais la répulsion du rayon cathodique est proportionnelle à sa surface, et, avec une particule suffisamment petite, peut dépasser l'attraction. C'est ainsi que les petites particules qui occupent les parties hautes des atmosphères stellaires sont repoussées par les rayons cathodiques et donnent naissance aux rayons de la couronne solaire et aux queues des comètes ([1]).

» Le rayon cathodique échauffe et illumine par phosphorescence les corps qu'il rencontre, d'où en partie la lumière propre de la couronne solaire et des comètes.

» Le rayon cathodique apporte avec lui une charge négative (Perrin), ce qui modifie le champ électrique et magnétique de l'astre, et produit des décharges électriques (lumière propre des comètes, aurores boréales) et aussi les orages magnétiques terrestres.

» En résumé, les phénomènes cathodiques se passent dans l'espace

---

([1]) Les queues multiples sont dues soit à la présence de particules différentes (d'après les idées de M. Bredikhine), soit à la division du rayon cathodique solaire en rayons simples.

interplanétaire entre les parties hautes des atmosphères stellaires, parties suffisamment raréfiées pour permettre l'émission et la propagation des rayons ([1]).

» Je signale en terminant une conséquence de la théorie, qui se prête à une vérification. Les variations passagères d'éclat des comètes doivent correspondre au passage de fortes taches près de la ligne qui joint la comète au centre du Soleil. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon.* Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

« Depuis l'antiquité on a proposé plusieurs théories pour rendre compte de l'agrandissement apparent des disques du Soleil et de la Lune près de l'horizon; parmi ces hypothèses nous allons citer les principales, pour les comparer avec une série d'observations que nous avons faites sur ce sujet.

» I. D'après Descartes, une erreur de jugement concourt à la production de ce phénomène, en nous faisant supposer les astres plus éloignés lorsqu'ils sont près de l'horizon que lorqu'ils sont au zénith, par suite de l'interposition d'un grand nombre d'objets terrestres. Une seconde cause productrice de cette apparence serait que nous comparons alors la grandeur de l'astre avec celles des objets placés sur la Terre. Ces hypothèses sont repoussées par nos observations suivantes :

» 1° Lorsqu'on observe le Soleil ou la Lune au moment où ces astres se lèvent à un horizon de mer, ils nous paraissent tellement gros que nous leur attribuons une grandeur presque double de celle qu'ils semblent avoir au méridien. Mais cette grandeur, fort exagérée, ne continue pas à paraître pendant longtemps; quelques moments après elle diminue rapidement à mesure que les astres s'élèvent; déjà, à une petite hauteur, la grandeur du disque est encore sensiblement plus grande qu'au zénith, mais elle diffère de beaucoup de celle que l'astre paraît avoir au moment du lever. Or l'influence de l'interposition des objets terrestres n'est pas sensiblement changée, tandis que la grandeur apparente des astres diminue constamment et rapidement. Les mêmes raisons indiquent que la comparaison avec les objets terrestres ne peut être invoquée.

» 2° Lorsque ces astres se lèvent derrière une montagne voisine, et, par conséquent, à une hauteur assez grande, on voit que leur agrandissement apparent est le même que celui qu'ils ont à la même hauteur, mais à un horizon découvert, comme celui de la

(1) D'après ces idées, les planètes, grâce à leur électricité atmosphérique, doivent émettre aussi des rayons cathodiques, et présenter aussi, sous l'action des autres astres, mais en très petit, le phénomène des queues cométaires.

mer. La grandeur que ces astres nous semblent alors avoir est beaucoup plus petite qu'à la distance zénithale de 90°, bien que l'influence de l'interposition des objets terrestres existe aussi, et agisse *au moins* de la même manière sur la distance apparente. Dans ce cas, on voit que, malgré l'interposition des objets terrestres, le diamètre ne diffère pas de celui qu'il a à la même hauteur au-dessus d'un horizon libre.

» 3° L'agrandissement des disques va en diminuant graduellement. Si l'interposition des objets terrestres était la cause du phénomène en question, cette diminution graduelle jusqu'au zénith n'aurait pas lieu; car, à partir d'une certaine hauteur, l'interposition des objets terrestres n'existe plus.

» 4° Les disques de ces astres à l'horizon paraissent d'autant plus gros que l'altitude du point où l'on observe est plus grande. Ce n'est donc pas évidemment l'interposition des objets terrestres qui produit le phénomène, puisque son influence ne varie pas sensiblement avec l'altitude et n'existe absolument pas pour un horizon de mer.

» 5° Si l'on observe les astres près de l'horizon, derrière un obstacle qui le masque ainsi que les objets intermédiaires, on voit que la grandeur des astres n'en est pas influencée; ils paraissent aussi grands que dans le cas où nous les observons sans l'obstacle, quelques moments avant ou après l'interposition des objets.

» 6° En observant le Soleil près de l'horizon et à différentes hauteurs, à l'œil nu et avec des verres colorés, je n'ai pas trouvé de différence sensible dans la grandeur, bien que certains verres fussent assez épais pour ne laisser voir ni l'horizon ni les objets.

» 7° En observant le Soleil à son coucher, de diverses places, desquelles la distance de l'horizon, pour plusieurs raisons locales, me paraissait varier considérablement, je n'ai pas remarqué des différences sensibles dans la grandeur de cet astre.

» II. Alhazen attribue l'agrandissement des astres près de l'horizon à la forme surbaissée de la voûte céleste. La première des observations ci-dessus est contre cette explication; la distance à laquelle est projetée, sur la voûte céleste, l'astre jusqu'à une certaine hauteur, paraît sensiblement la même quel que soit le surbaissement; toutefois, la grandeur diminue très rapidement avec la hauteur; elle ne reste qu'environ la moitié à une élévation de quelques degrés, alors que le rayon de la voûte céleste ne change pas sensiblement. La deuxième observation aussi ne s'accorde pas avec cette hypothèse. En effet, lorsque le Soleil se couche derrière une montagne voisine et, par conséquent, à une assez grande hauteur, le ciel n'y est presque pas surbaissé et pourtant le disque de l'astre paraît aussi grand lorsqu'on l'observe à la même hauteur, du côté complètement découvert de l'horizon, où le ciel paraît surbaissé.

» 8° En observant le Soleil à son coucher avec un ciel très surbaissé et un ciel presque sphérique, on ne remarque pas une différence sensible dans la grandeur de son disque. La quatrième observation ne s'accorde pas non plus avec cette explication. En effet, le surbaissement du ciel ne change pas considérablement avec l'altitude; il est vrai que, plus on s'élève sur une montagne, plus la distance de l'horizon à laquelle on projette les

astres augmente; mais cette augmentation n'est point analogue à l'accroissement de la grandeur apparente qu'on observe avec celui de la distance zénithale correspondante. D'ailleurs, si l'agrandissement avec l'altitude provenait de l'augmentation de la distance à laquelle on reporte les astres, quand on les observe avant leur coucher derrière une montagne élevée très éloignée, on devrait les voir beaucoup plus grands qu'au moment de leur lever à un horizon de mer. Mais il n'en est rien; la grandeur du disque reste la même.

» La cinquième observation aussi s'oppose à cette hypothèse; si cette théorie était exacte, l'interposition d'un objet masquant à la fois l'horizon et son surbaissement devrait évidemment avoir une grande influence sur la grandeur apparente des astres. La sixième observation est également contraire à l'hypothèse d'Alhazen; les verres colorés épais, à travers lesquels on voit les astres à l'horizon aussi grands qu'à l'œil nu, nous cachent l'horizon et font disparaître l'influence de son surbaissement.

» 9° En observant la Lune, avant son premier quartier, pendant la nuit, près de l'horizon, à un moment où les objets éloignés sont invisibles et la voûte céleste ne paraît pas surbaissée, on la voit ordinairement beaucoup plus grande qu'au zénith.

» III. Alhazen cite aussi une autre explication, d'après laquelle l'agrandissement de ces astres près de l'horizon provient de ce qu'ils paraissent moins lumineux qu'au zénith; par suite de cet affaiblissement d'éclat, on les croit plus éloignés près de l'horizon qu'au zénith, et, par conséquent, plus grands. Les observations suivantes contredisent cette théorie :

» 10° Ayant observé le Soleil à travers des verres colorés de différentes épaisseurs et à l'œil nu, et, par conséquent, avec des éclats très différents, nous n'avons pas trouvé des différences sensibles de grandeur à la même hauteur.

» 11° Lorsque ces astres se trouvent masqués par des nuages près du zénith et paraissent même moins lumineux qu'à l'horizon, leur grandeur n'en est pas influencée.

» 12° Avec les mêmes conditions atmosphériques, on observe quelquefois d'un jour à l'autre, et même d'un moment à l'autre, des grandeurs très différentes du Soleil.

» Toutes ces dernières observations sont également contraires à la théorie de Gassendi, qui a attribué le phénomène à une influence provenant de la dilatation de la pupille, lorsque l'éclat des astres est affaibli près de l'horizon. Mais, outre le Soleil et la Lune, les constellations aussi, comme on sait, paraissent plus grandes à l'horizon qu'au zénith; le phénomène paraît, de prime abord, être dû, en grande partie au moins, au surbaissement du ciel. En effet, avec un ciel surbaissé, il est évident que la distance de deux étoiles, assez éloignées l'une de l'autre, doit nous paraître à l'horizon d'autant plus grande que le surbaissement du ciel est plus fort. Mais cet agrandissement des constellations n'existe pas seulement lorsque le ciel est surbaissé; nous avons observé, à plusieurs reprises, avec un ciel sphérique, les constellations beaucoup plus grandes à l'horizon qu'au zénith. J'ai ob-

servé bien des fois un autre phénomène de même nature et qui provient, probablement, de la même cause ; ordinairement, quand on voit au sommet d'une colline, ayant un horizon libre derrière elle, et éloignée de 1[km] à 3[km], une personne se tenant debout, ses dimensions nous paraissent surnaturelles ; son corps, projeté sur l'horizon, paraît colossal, alors qu'on s'attendrait plutôt à ne le point voir ou, au moins, à le voir très petit.

» Quelle est donc la cause de tous ces phénomènes? Malgré les observations assez longues que j'ai faites jusqu'ici, je n'ai pu en conclure aucune théorie satisfaisante ; le seul résultat certain que j'ai pu en tirer, c'est que le phénomène ne provient d'aucune des causes citées dans les théories ci-dessus. Il est vrai que l'influence de ces causes pourrait exister et ne paraît pas déraisonnable ; on peut accepter qu'elles contribuent, *plus ou moins faiblement*, à la production du phénomène ; mais, d'après nos observations, *sa principale cause est encore inconnue.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination explicite des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. E. Picard.

« Considérons une équation différentielle du second ordre

$$(1) \qquad y'' = R(y', y, x),$$

où R est *rationnel* en y', *algébrique* en y et dépend *analytiquement* de x. Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 25 avril) j'ai établi ce théorème :

» *Si l'équation* (1) *a ses points critiques fixes, une transformation très simple* $y = \varphi(Y, X)$, $x = \psi(X)$, *algébrique en* Y, *permet de ramener l'équation* (1) *à une nouvelle équation à points critiques fixes qui rentre dans un des six types suivants* [*où les* $P_j(y, x)$, $Q_j(y, x)$ *désignent des polynomes en* y *de degré* j, *qui dépendent de* x] :

$$(I) \qquad y'' = y'P_1 + P_3,$$

$$(II) \qquad yy'' = y'^2 + y'P_2 + P_4,$$

$$(III) \qquad (4y^3 - g_2 y - g_3)y'' = y'^2\left(6y^2 - \frac{g_2}{2}\right) + y'P_3 + P_6 \quad (g_2, g_3 \text{ const. numér.}),$$

$$(IV) \qquad y(y-1)(y-x)y'' = \frac{y'^2}{2}[3y^2 - 2y(1+x) + x] + y'P_3 + P_6,$$

$$(V) \qquad y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{R} + \frac{2}{\sqrt{R}}\right) + y'\left[A(x) + \frac{P_2}{\sqrt{R}}\right] + Q_2 + B(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2,\ g_3 \text{ const. numériques}),$$

$$\text{(VI)} \quad \left\{ \begin{aligned} y'' = {} & y'^2 \left[\frac{3y^2 - 2(1+x)y + x}{2R} + \frac{\alpha(x)}{\sqrt{R}} \right] \\ & + y' \left[A(x) + \frac{1}{x-y} + \frac{P_2}{\sqrt{R}} \right] + Q_2 + \frac{1}{2(y-x)} + \frac{Q_1}{y-x}\sqrt{R}, \end{aligned} \right.$$

avec

$$R = y(y-1)(y-x);$$

» Dans les types (V) et (VI), α représente soit zéro, soit une quantité de la forme $\frac{i\pi}{\omega}$, 2ω étant une période quelconque de la différentielle elliptique $\frac{dy}{\sqrt{R(y)}}$. Enfin, dans (VI), la condition

$$\alpha + P_2(x, x) + x(x-1)Q_1(x, x) \equiv 0$$

doit être vérifiée.

» Toute la difficulté est ainsi ramenée à déterminer, parmi les équations (I), (II), ..., (VI), celles qui ont leurs points critiques fixes. *Je me propose ici de résoudre complètement ce problème pour les types* (III), (IV), (V) *et* (VI).

» Pour étudier ces types, je pose $u = J(y, x)$, J désignant l'intégrale elliptique $\int \frac{du}{\sqrt{R}}$, où x garde une valeur numérique. La nouvelle fonction $u(x)$ vérifie une équation de la forme

$$(2) \quad u'' = C(x)u'^2 + M(u, x)u' + N(u, x) \qquad [(C \equiv 0 \text{ pour (III) et (IV)}],$$

où M, N sont des fonctions *transcendantes* de u, si l'équation étudiée (III), ..., ou (VI) est la plus générale de son espèce. La fonction $u(x)$ n'a pas nécessairement ses points critiques fixes en même temps que $y(x)$; mais, si u_1, u_2 sont deux branches de $u(x)$ permutables autour des points critiques mobiles, $u_2 - u_1$ est une *période* $2m_1\omega_1 + 2m_2\omega_2$ de $J(y)$. *Pour qu'il en soit ainsi, une condition nécessaire* (*et c'est là la partie essentielle de la discussion*) *est que les fonctions* $M(u, x)$, $N(u, x)$ *ne présentent dans le plan des* u *à distance finie aucun pôle.* Cette condition une fois établie, il n'est pas difficile de montrer qu'elle entraîne pour l'équation en u une des formes

suivantes :

pour le type (III), $\qquad u'' = a(x)u'$;

pour le type (IV), $\qquad u'' + \frac{u'(2x-1)}{x(x-1)} - \frac{u}{4x(x-1)} = 0$;

pour le type (V), $\qquad u'' = -\alpha u'^2 - a(x)u' - b(x) \qquad \left(\alpha = 0 \text{ ou } \frac{i\pi}{\omega}\right)$;

pour le type (VI), $\quad \alpha = 0, \qquad u'' + \frac{u'(2x-1)}{x(x-1)} - \frac{u}{4x(x-1)} = a(x)$,

a, b désignant des fonctions arbitraires de x. Inversement, *si l'équation en* u *est de cette forme, l'équation* (III), ..., *ou* (VI) *correspondante a ses points critiques fixes*.

» Il suit de là que LES SEULES ÉQUATIONS (III), (IV), (V), (VI) QUI AIENT LEURS POINTS CRITIQUES FIXES, SONT LES SUIVANTES :

$$\text{(A)} \qquad y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{R}\right) + a(x)y' - b(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2, g_3 \text{ constantes numériques, } 27g_3^2 - g_2^3 \neq 0),$$

$$\text{(B)} \quad y'' = y'^2\left[\frac{3y^2 - 2y(1+x) + x}{2R}\right] + y'\left(\frac{1}{x-y} + \frac{1}{1-x} - \frac{1}{x}\right) + \frac{1}{2x(x-1)}\frac{y(y-1)}{y-x} + a(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = y(y-1)(y-x),$$

$$\text{(C)} \quad y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{R} + \frac{\alpha}{\sqrt{R}}\right) - a(x)y' + b(x)\sqrt{R} \qquad \left(\alpha = \frac{i\pi}{\omega}\right),$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2, g_3 \text{ constantes numériques, } 27g_3^2 - g_2^3 \neq 0).$$

» Les équations (A), (B) n'ont comme singularités mobiles que des *pôles;* l'intégrale de l'équation (C) admet *des points essentiels mobiles*. Quand on choisit convenablement les constantes d'intégration, l'intégrale générale $y(x)$ de (A) ou de (C) dépend algébriquement d'une des constantes (et d'une seule) : les équations (A) et (C) sont *réductibles*. Au contraire, l'équation (B) est *irréductible* au sens que j'ai défini (voir mes *Leçons de Stockholm*, p. 491-500) : *son intégrale* $y(x)$ *renferme les deux*

constantes sous forme transcendante de quelle façon qu'on les choisisse [1] (*loc. cit.*, p. 502-516).

» Étant donnée une équation (1), on peut d'ailleurs reconnaître algébriquement si c'est une équation à points critiques fixes appartenant au type (A) ou (B), et la réduction au type (A) ou (B) s'effectue sans intégration. On sait de même reconnaître algébriquement si une équation (1) est réductible à la forme (C), *où α est une constante quelconque,* et effectuer la réduction algébriquement. Mais il faut encore que la constante α [qui se calcule rationnellement d'après (1)] soit de la forme $\frac{i\pi}{\omega}$, ω désignant une période de la différentielle $\frac{dy}{\sqrt{R}}$: cette dernière condition est *transcendante.*

» Dans la discussion précédente, toute la difficulté a consisté à pousser suffisamment loin la recherche des conditions *nécessaires* pour que les points critiques soient fixes. Ces conditions ont mis alors d'elles-mêmes en évidence la fixité des points critiques. Il en va tout autrement dans l'étude du type (I) : Les conditions nécessaires conduisent là à certaines équations *canoniques,* qu'on ne sait pas intégrer et sur lesquelles il faut démontrer directement que les points critiques sont fixes. Comme je l'ai dit déjà, j'ai complètement achevé cette discussion pour le type (I). *Il ne me reste donc plus qu'à épuiser le type* (II) *pour avoir déterminé explicitement toutes les équations* (1) *à points critiques fixes.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie générale des caractéristiques des équations aux dérivées partielles.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Darboux.

« 1. La théorie des *multiplicités caractéristiques* a déjà été étendue de différentes façons à certains systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque. En me plaçant à un point de vue que j'avais indiqué à la fin de mes *Leçons sur les équations du second ordre* (t. II, p. 330), j'ai obtenu un certain nombre de résultats que je me propose de résumer dans cette Note.

» Soit

$$(1) \qquad F = 0$$

---

[1] L'équation (B), dans le cas de $a = 0$, a été formée directement par M. Picard (*Mémoire sur les fonctions algébriques de deux variables,* p. 165).

une équation d'ordre n à r variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_r$ et à une fonction inconnue z; nous poserons

$$p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial^{\alpha_1+\ldots+\alpha_r} z}{\partial x_1^{\alpha_1}\partial x_2^{\alpha_2}\ldots\partial x_r^{\alpha_r}}, \qquad P_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial F}{\partial p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}}.$$

» Étant donnée une intégrale de cette équation $z = \Phi(x_1, x_2, \ldots, x_r)$, les équations différentielles

$$(2) \qquad \frac{dx_1}{\lambda_1} = \frac{dx_2}{\lambda_2} = \ldots = \frac{dx_r}{\lambda_r},$$

où $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_r$ sont des fonctions déterminées de $x_1, x_2, \ldots, x_r$, z et des dérivées partielles de z jusqu'à l'ordre n, déterminent sur cette intégrale une famille de multiplicités à une dimension d'éléments d'ordre n. Le long de l'une de ces multiplicités, on a, outre les équations (2), les relations évidentes

$$(3) \qquad dF = 0, \qquad dp_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = p_{\alpha_1+1,\alpha_2\ldots\alpha_r}\,dx_1 + \ldots + p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r+1}\,dx_r$$
$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_r \leq n - 1).$$

» S'il est possible de choisir les fonctions $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_r$ de façon à pouvoir ajouter aux relations (2) et (3) un certain nombre d'équations différentielles nouvelles, indépendantes de l'intégrale considérée Φ, j'appellerai *caractéristique* tout système simplement infini d'éléments d'ordre n, vérifiant l'ensemble d'équations différentielles ainsi obtenu. La condition pour qu'il en soit ainsi est la suivante : Considérons la forme algébrique d'ordre n

$$(4) \qquad I = \Sigma P_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_r^{\alpha_r} \qquad (\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_r = n),$$

où $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_r$ sont r variables auxiliaires; *pour que l'équation* (1) *admette une famille de caractéristiques d'ordre* n, *il faut et il suffit que la forme* I *soit divisible par un facteur linéaire en* $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_r$.

» On voit qu'en dehors des deux cas évidents de $n = 1$ et de $r = 2$, les équations qui admettent des caractéristiques à une dimension, telles que nous venons de les définir, doivent être considérées comme exceptionnelles.

» Je citerai comme exemple l'équation du troisième ordre dont dépend la recherche des systèmes triples orthogonaux.

» 2. Si l'équation $F = 0$ admet une famille de caractéristiques d'ordre n à une dimension, on peut aussi considérer la suite des valeurs prises par les dérivées d'ordre $n + 1$, $n + 2$, ..., le long de l'une de ces caractéristiques, et l'on définit ainsi les caractéristiques d'ordre $n + 1$, d'ordre

$n+2$, ... Les équations différentielles d'un quelconque de ces systèmes de caractéristiques ne suffisent pas, lorsque $n > 1$, pour déterminer complètement ces caractéristiques, qui dépendent de fonctions arbitraires. Mais si ces équations présentent des combinaisons intégrables, on peut s'en servir pour l'intégration de l'équation proposée, comme dans la méthode de Monge ou dans celle de M. Darboux, pour l'intégration d'une équation du second ordre à deux variables indépendantes. Ainsi : 1° si $du = 0$ est une combinaison intégrable de l'un des systèmes de caractéristiques, les deux équations $F = 0$, $u = C$ ont une infinité d'intégrales communes dépendant de fonctions arbitraires; 2° si l'un des systèmes admet r combinaisons intégrables distinctes $du_1 = 0$, $du_2 = 0$, ..., $du_r = 0$, l'équation proposée $F = 0$ admet une intégrale intermédiaire, qui pourra être d'ordre supérieur à n,

$$u_r = \varphi(u_1, u_2, \ldots, u_{r-1}),$$

φ désignant une fonction arbitraire; 3° si l'équation admet n familles de caractéristiques et si chacune d'elles présente r combinaisons intégrables distinctes, l'intégration de l'équation $F = 0$ est ramenée à celle d'un système d'équations différentielles ordinaires, etc.

» La forme I, qui joue ici un rôle fondamental, s'est déjà présentée dans des recherches récentes de M. Forsyth (¹); mais le point de vue auquel s'est placé l'auteur, ainsi que la méthode suivie, sont entièrement différents.

» 3. Toutes ces considérations peuvent s'étendre aux systèmes d'équations simultanées. Soient

$$F_1 = 0, \qquad F_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad F_q = 0,$$

q équations d'ordre n entre q fonctions inconnues $z_1, z_2, \ldots, z_q$ et r variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_r$; nous poserons

$$p^i_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_r} z_i}{\partial x_1^{\alpha_1}\partial x_2^{\alpha_2}\ldots\partial x_r^{\alpha_r}}, \qquad \frac{\partial F_k}{\partial p^i_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}} = P^{k,i}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r},$$

et nous aurons à considérer les q^2 formes auxiliaires

$$\Phi_{h,i} = \sum P^{i,h}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_r^{\alpha_r}, \qquad \begin{array}{l}\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_r = n,\\ i, k = 1, 2, \ldots, q.\end{array}$$

(¹) *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. CXCI, p. 1-86; 1898. — *Cambridge Philosophical Transactions*, vol. XVI, part. IV, p. 291-325; 1898.

» Soit I le déterminant de ces q^2 formes $\Phi_{k,i}$; nous laisserons de côté le cas où ce déterminant serait identiquement nul. Cela posé, *pour que les équations* (4) *admettent une famille de caractéristiques à une dimension, il faut et il suffit que le déterminant* I *soit divisible par un facteur linéaire en* ζ_1, $\zeta_2, \ldots, \zeta_r$.

» Lorsqu'il existe un pareil facteur, la discussion offre une grande variété de cas particuliers. En cherchant à former *a priori* les systèmes les plus simples possibles, on retombe sur les systèmes d'équations simultanées du premier ordre, considérés par Jacobi (*Journal de Crelle*, t. II, p. 321). Dans ce cas particulier, il n'existe qu'un seul système de caractéristiques, qui ne dépendent que d'un nombre fini de constantes arbitraires.

» 4. On est encore conduit à l'étude de la forme I par d'autres considérations. Soient $F = 0$, $U = C$ deux équations d'ordre n à une seule fonction inconnue z et à r variables indépendantes; nous dirons que l'intégrale générale de ce système dépend de $(n-1)$ fonctions arbitraires de $(r-1)$ variables, s'il existe une intégrale telle que, pour $x_1 = x_1^0$, z et ses $(n-2)$ premières dérivées $\frac{\partial z}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial^{n-2} z}{\partial x_1^{n-2}}$ se réduisent à $(n-1)$ fonctions données à l'avance des $r-1$ variables $x_2, \ldots, x_r$. Une première condition pour qu'il en soit ainsi est que les deux formes auxiliaires I, I', relatives à ces deux équations, soient divisibles par une même forme de degré $n-1$. L'équation $F = 0$ admet alors une famille de caractéristiques d'ordre n à une dimension, et $dU = 0$ doit être une combinaison intégrable des équations différentielles de ces caractéristiques. Si ces conditions sont remplies, l'intégrale générale du système $F = 0$, $U = C$ dépend de $(n-1)$ fonctions arbitraires de $(r-1)$ variables et d'une fonction arbitraire de $r-2$ variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux différentielles totales.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Picard.

« Dans la théorie des équations aux différentielles totales on a, il me semble, un peu négligé l'étude directe des équations aux différentielles totales d'un ordre plus élevé que le premier.

» Je me permets de faire, dans les lignes qui suivent, quelques remarques sur ce sujet.

» Nous nous bornerons, pour fixer les idées, aux équations aux diffé-

rentielles totales de second ordre et de la forme suivante :

$$(\mathrm{I})\quad d^2z + A\,dx^2 + B\,dy^2 + C\,dz^2 + 2D\,dx\,dy + 2E\,dx\,dz + 2F\,dy\,dz = 0,$$

où A, B, ..., E, F sont des fonctions de x, y, z.

» Si l'équation aux différentielles totales donnée (I) est satisfaite par une équation entre x, y, z, $f(x, y, z) = 0$, on l'appelle *complètement intégrable*.

» Les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation aux différentielles totales donnée (I) soit complètement intégrable, sont

$$(\mathrm{II})\quad \begin{cases} \dfrac{\partial C}{\partial x} - \dfrac{\partial E}{\partial z} = 0, & \dfrac{\partial C}{\partial y} - \dfrac{\partial F}{\partial x} = 0, \\ \dfrac{\partial A}{\partial y} - \dfrac{\partial D}{\partial x} = DE - AF, & \dfrac{\partial A}{\partial z} - \dfrac{\partial E}{\partial x} = E^2 - AC, \\ \dfrac{\partial B}{\partial x} - \dfrac{\partial D}{\partial y} = FD - EB, & \dfrac{\partial B}{\partial z} - \dfrac{\partial F}{\partial y} = F^2 - CB, \\ 2\dfrac{\partial E}{\partial y} - \dfrac{\partial F}{\partial x} - \dfrac{\partial D}{\partial z} = CD - EF, & 2\dfrac{\partial F}{\partial x} - \dfrac{\partial E}{\partial y} - \dfrac{\partial D}{\partial z} = CD - EF; \end{cases}$$

car l'existence d'une surface intégrale demande que z soit une fonction de x, y, ainsi

$$dz = p\,dx + q\,dy.$$

Substituant cette valeur pour dz en notre équation aux différentielles totales (I), on aura

$$d^2z = -(A + 2Ep + Cp^2)\,dx^2 - 2(D + Eq + Fp + Cpq)\,dx\,dy - (B + 2Fq + Cq^2)\,dy^2;$$

mais on a

$$d^2z = r\,dx^2 + 2s\,dx\,dy + t\,dy^2,$$

d'où

$$\frac{\partial(A + 2Ep + Cp^2)}{\partial y} = \frac{\partial(D + Eq + Fp + Cpq)}{\partial x};$$
$$\frac{\partial(B + 2Fpq + Cq^2)}{\partial x} = \frac{\partial(D + Eq + Fp + Cpq)}{\partial y}.$$

» En posant, dans les formules développées,

$$r = -(A + 2Ep + Cp^2), \qquad s = -(D + Eq + Fp + Cpq),$$
$$t = -(B + 2Fq + Cq^2),$$

et en égalant à zéro les coefficients des différentes puissances de p et q, on obtient les formules (II).

» L'intégration de l'équation aux différentielles totales de second ordre, complètement intégrable (I), est équivalente à l'intégration du système d'équations aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrables

$$dp = -(A + 2Ep + Cp^2)\,dx - (D + Eq + Fp + Cpq)\,dy,$$
$$dq = -(D + Eq + Fp + Cpq)\,dx - (B - 2Fq + Cq^2)\,dy,$$
$$dz = \quad p\,dx + q\,dy,$$

dont l'intégration se réduit à l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires.

» En beaucoup de cas il est plus facile de chercher directement une intégrale intermédiaire $\omega(x, y, z, dx, dy, dz) = 0$ de notre équation aux différentielles totales de second ordre par la méthode de variation des constantes. Cette méthode s'applique quand l'équation aux différentielles totales est complètement intégrable ou non.

» Il est suffisant de chercher une surface intégrale particulière

$$f(x, y, z) = 0,$$

une solution générale est donc

$$F = f(x, y, z) + ax + by + c,$$

a, b, c étant des constantes arbitraires.

» On a la proposition :

» Deux intégrales intermédiaires complètement intégrables

$$\omega_1(x, y, z, dx, dy, dz) = 0, \qquad \omega_2(x, y, z, dx, dy, dz)$$

de l'équation aux différentielles totales de second ordre (I) étant trouvées, une surface intégrale de l'équation (I) se détermine par élimination.

» Cela posé, on peut annoncer la proposition :

» Soient données deux équations aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrables

$$\omega_1(x, y, z, dx, dy, dz) = a, \qquad \omega_2(x, y, z, dx, dy, dz) = b$$

qui, par différentiation, donnent la même équation aux différentielles de second ordre, toute équation aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrable

$$F(\omega_1\,\omega_2) = 0$$

s'intègre *sans* intégration.

» Les remarques faites ici s'étendent sans difficulté aux équations aux différentielles totales des ordres plus hauts et de n variables indépendantes. »

PHYSIQUE. — *Sur la vaporisation du fer à la température ordinaire.* Note de M. H. **Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie ([1]) qu'un morceau de fer, placé pendant plusieurs semaines sur une plaque photographique au gélatinobromure d'argent dans l'obscurité la plus complète, impressionnait la plaque, même quand il en est séparé par une feuille de bristol. Ce phénomène me paraissait dû à la vapeur émise par le métal à la température ordinaire ou à un composé volatil, confirmant ce que j'avais trouvé autrefois par des procédés électriques très délicats ([2]). Pourtant, après la découverte des rayons uraniques par M. H. Becquerel, on pouvait se demander si l'impression de la plaque n'était pas due à des radiations, plus ou moins analogues aux radiations de l'uranium, émises par le fer, et j'avais annoncé l'intention de faire une expérience décisive à cet égard.

» Cette expérience a été faite dans les conditions suivantes : Un petit anneau de fer (tête de piton) a été déposé directement sur la couche sensible d'une plaque au gélatinobromure. A côté a été placé un anneau de fer tout semblable, mais séparé de la plaque par une lamelle de verre très mince (*cover* pour préparations microscopiques), recouvert par une petite cloche de verre; un mastiquage à la paraffine réunissait les bords de la cloche à la lamelle, comme dans les expériences de M. H. Becquerel. Le tout fut laissé dans l'obscurité du 24 décembre 1897 au 27 avril 1898. Après avoir révélé la plaque, j'ai trouvé que l'anneau de fer enfermé dans la cloche n'avait produit aucune impression, tandis que l'anneau déposé directement sur la couche sensible avait produit une impression sur une largeur un peu supérieure à celle de l'anneau et par conséquent beaucoup plus étendue que la ligne de contact.

» Cette expérience montre bien que le phénomène n'est pas dû à des radiations, mais à un corps volatil produit par le fer. »

([1]) *Sur la vaporisation des métaux à la température ordinaire* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 104; 1896).

([2]) *Influence d'un métal sur la nature de la surface d'un autre métal placé à petite distance* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1247).

PHYSIQUE. — *Sur les rayons cathodiques* ([1]). Note de M. P. **Villard**, présentée par M. J. Violle.

« La résistance d'un tube de Crookes, mesurée par l'étincelle équivalente, peut être considérée comme ne dépendant que d'une seule variable, la section du faisceau cathodique à son origine. Réduire, par exemple, le diamètre du tube, rapprocher les électrodes, abaisser la pression, sont autant de moyens d'accroître la résistance; mais en même temps la section d'émission diminue. Au contraire, en réunissant métalliquement deux cathodes égales, placées dans des tubes distincts reliés à une anode commune, on double cette section, et la résistance devient beaucoup plus faible.

» Il est, d'autre part, facile de s'assurer que la région d'émission tend à se centrer sur le tube de verre, si celui-ci est de révolution, et que l'action des parois est la seule cause qui influe sur l'étendue et la position de cette région : soit, pour fixer les idées, un tube cylindrique muni d'une cathode plane normale à l'axe, et dont le revers est, au besoin, protégé de manière à ne pas émettre de rayons. A une pression donnée, le faisceau cathodique est d'autant plus resserré que le tube est plus étroit; la résistance est en même temps plus forte, et, pour obtenir des rayons X, par exemple, le vide devra être poussé d'autant moins loin que le tube est de plus faible section. Le diamètre de la cathode importe, au contraire, fort peu, pourvu qu'il soit supérieur à celui du faisceau cathodique émis dans les mêmes conditions par une cathode aussi large que le tube. Un diaphragme, percé d'un trou et placé un peu en avant de la cathode, produit presque le même effet que si le tube entier avait le diamètre du trou; de plus, c'est sur le trou que se centre le faisceau. Un décentrage notable de la cathode influe à peine sur la position, par rapport au tube, de la région radiante et est tout à fait sans influence si la cathode est plus large que le tube placé devant elle. Enfin, la forme de la région radiante subit le contrecoup de toute déformation des parois du tube et présente toujours la même symétrie que celui-ci.

» Cette action des parois est évidemment due à leur électrisation positive, reconnue par Crookes, et facile à constater. Une électrode auxiliaire

---

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

placée à moins de 1^{cm} de la cathode est presque exactement au potentiel de l'anode, dès que le vide est un peu poussé.

» On peut d'ailleurs vérifier directement que la région d'émission cathodique est repoussée par une charge positive, attirée par une charge négative.

» Ces résultats s'expliquent aisément si l'on admet que l'émission cathodique est alimentée par un afflux de matière chargée positivement, provenant des diverses parties du tube. Ce courant, repoussé par les parois, se centre sur l'appareil, ou, si celui-ci n'est pas de révolution, en prend la symétrie; à l'exception de ce qui provient des régions très voisines de la cathode, la majeure partie de ce courant arrive dans la région centrale de la cathode, d'autant plus resserrée que la répulsion des parois sera plus forte. De là l'existence d'un faisceau cathodique principal et central. Réduire le diamètre du tube, ou accroître son électrisation soit en rapprochant l'anode, soit en poussant la raréfaction, aura pour effet de resserrer le courant dont il s'agit, de l'affaiblir et de diminuer l'émission. Les rayons cathodiques devenant moins nombreux auront une énergie spécifique plus grande, la bobine excitatrice restant la même : ils deviendront moins aisément déviables à l'aimant, produiront des phosphorescences plus vives, des rayons X de plus en plus pénétrants.

» L'afflux positif, que j'appellerai *afflux cathodique*, est visible près de la cathode, vers laquelle on le voit converger, surtout si le tube s'élargit en avant de la cathode. On peut, grâce à cette visibilité, vérifier que l'afflux cathodique est dévié par un champ électrique, la région de départ des rayons cathodiques subissant un déplacement correspondant.

» L'expérience est très nette avec un tube large muni d'une cathode plane de même diamètre à peu près, en avant de laquelle, à 15^{mm} environ, on dispose un diaphragme métallique obturant le tube, et percé de deux trous. Dès que l'espace obscur, de la limite duquel semble partir l'afflux, a dépassé sensiblement le diaphragme, deux faisceaux cathodiques intenses se forment en face des centres des trous, et les points radiants sont aisément visibles. Le phénomène est encore plus remarqué en Photographie, la région radiante étant très photogénique. Le reste de la cathode n'émet presque rien. Au moyen d'une électrode mobile on peut dévier l'un des afflux, par exemple, et constater qu'il est repoussé, ainsi que le point radiant, par une charge positive, le faisceau cathodique correspondant subissant une déviation moindre et inverse. On peut aussi, au moyen d'un aimant, dévier fortement les rayons cathodiques, jusqu'à leur faire rencontrer le diaphragme, et vérifier ainsi que leur formation n'est nullement gênée par le fait qu'ils rencontrent un obstacle à faible distance, pourvu que leur alimentation soit assurée. Dans cette expérience l'afflux est à peine dévié.

» En arrivant à la cathode l'afflux est arrêté et il y a production de chaleur aux

points frappés. Une cathode mince, en métal, ou même en verre dans sa partie centrale, est portée au rouge là où arrive l'afflux cathodique. Dans le cas où la cathode est en verre ([1]), cet effet serait difficile à expliquer autrement. On se rend ainsi compte pourquoi l'électrode négative seule s'échauffe notablement dans les tubes à gaz raréfiés, exception faite des anticathodes.

» Constituons maintenant la cathode par une toile métallique très fine placée à l'extrémité antérieure d'un tube de cuivre formant écran. Une partie de l'afflux traversera la toile en vertu de la vitesse acquise et continuera sa route au delà. On observe, en effet, sur le prolongement de l'afflux, un faisceau bien visible, qui échauffe fortement les obstacles placés sur son trajet et illumine le verre ou le cristal en jaune (lumière du sodium). Vient-on à dévier l'afflux, ce faisceau en reste le prolongement et subit une déviation identique. Mais en traversant la cathode l'afflux a perdu sa charge, et le faisceau dont il s'agit n'est sensible ni à un champ magnétique, ni à un champ électrique. On est en présence des rayons découverts par Goldstein. »

PHYSIQUE. — *Renforcement des rayons X.* Note de M. **Virgilio Machado**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Afin d'augmenter l'intensité des rayons X obtenus au moyen de décharges déterminées, j'enveloppe la partie tubulaire de l'ampoule bianodique (c'est-à-dire la portion entourant la tige qui fixe le miroir cathodique) avec une lame métallique flexible, étain, plomb, platine, etc., ou avec une hélice de fil de cuivre isolé.

» Les tubes fatigués par un long usage et dont la résistance est devenue trop grande retrouvent, au bout de quelques secondes, avec cette nouvelle disposition, un débit de remarquable intensité et ils n'exigent qu'une différence de potentiel plus faible. »

PHOTOGRAPHIE. — *Du rôle de la diffusion dans les bains révélateurs.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Lippmann.

« Sous le nom d'*osmose interne*, j'ai eu l'honneur de signaler incidemment à l'Académie ([2]) les curieux enregistrements de courants qui se remarquent aux moindres brèches capillaires de toute cloison solide posée

([1]) Dans cette expérience il y a encore formation d'un faisceau cathodique principal, et ce faisceau part de la lame de verre.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 41; 3 janvier 1898.

sur la gélatine d'une plaque voilée, et séparant le liquide en deux zones distinctes.

» Ces courants se manifestant tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, il était intéressant de rechercher la loi qui les régissait, loi qui s'est trouvée très simple : application directe des lois connues de la diffusion, mais trait d'union, par son mode d'être, entre celle-ci et l'osmose proprement dite.

» L'expérience suivante en fera ressortir immédiatement le principe :

» Que l'on pose sur la gélatine d'une plaque uniformément voilée les deux sections circulaires égales des deux calottes sphériques très inégales que donne la section, à grande distance du centre, d'une sphère creuse ([1]); ou bien les deux sections circulaires très inégales de deux zones égales d'une sphère de grand rayon ([2]). Cela équivaut, dans tous les cas, à découper, dans la masse du liquide révélateur, des volumes confinés inégaux, qui agiront en proportion différente sur chaque unité de surface de gélatine impressionnée; et rien ne paraîtra moins étonnant que de trouver une différence de teinte correspondante entre chaque disque et le fond de la plaque. Mais, en même temps, l'on constatera que la trace noire du courant osmotique, s'il y a eu communication capillaire, est toujours dirigée de la plage sombre vers la plus claire, du lieu de moindre consommation ou de plus grande abondance proportionnelle de révélateur vers l'autre ([3]); ce qui fait penser immédiatement à ce qui se passerait entre deux gazomètres communiquants, à l'intérieur de l'un desquels une cause absorbante quelconque produirait une diminution de tension partielle de l'un des éléments du mélange gazeux.

» Mais l'analogie ne saurait aller au delà, et la viscosité caractéristique de l'état liquide se manifeste par la stricte localisation de ces courants et

([1]) Pratiquement, un verre de montre et un petit globe de veilleuse rempliront l'office; car il faut, en tout cas, pour la grande portion de sphère, une issue à l'air, pour éviter une dénivellation du liquide.

([2]) Pratiquement, suffisent deux bobèches lisses de cristal mince, dans un bain ne dépassant pas les orifices supérieurs ou les dépassant à peine, au cas où l'on préférerait les obturer supérieurement avec une seconde plaque voilée, mise à fleur du liquide, gélatine en bas, de manière à faire l'expérience en croix, en éliminant totalement le rôle de la pesanteur.

([3]) Ce qui explique que le courant soit toujours dirigé *en dedans* lorsque l'on essaie d'appliquer aux monnaies mon procédé général de reproduction directe, dont il paraît que, avant moi, M. Darget avait observé quelques cas spéciaux, mais sans en soupçonner la cause physique, et moins encore la généralisation.

leur limitation, tout autour, par un front d'onde plus clair. Faut-il attribuer cette bande marginale à la propulsion mécanique, en avant, des produits secondaires de la révélation locale? Ne faut-il pas plutôt (car on ne l'observe point dans les espaces confinés de très faible hauteur) la considérer comme le lieu où les molécules arrivantes sont forcées, par la résistance des autres, de quitter la vitesse horizontale pour s'échapper en volutes et tourbillons vers le haut?

» En tout cas, on ne saurait pas plus voir ici une simple action directe de la diffusion que dans les alternances stratifiées de bandes noires et blanches qu'on observe dans les figures dites d'*effluves*, et qu'a cru pouvoir expliquer de cette simple façon M. Colson, au cours de ses successives vérifications de tous les faits nouveaux que j'ai signalés [1]. Toute bande noire étant toujours comprise entre deux claires, et *vice-versa*, la raison de symétrie, à elle seule, exclut l'admissibilité d'une force de formule non sinusoïdale, tandis que la simple considération du mouvement hélicoïdal et tourbillonnaire des molécules permettrait de rattacher encore ce détail à la constatation que j'ai faite [2] des vraies causes, ni chimiques exclusivement, ni thermiques strictement, mais surtout mécaniques, des inégalités du noircissement de la plaque.

» Mieux paraît précisé le rôle de la diffusion, tel que je l'avais signalé, et moins il paraît utile de lui attribuer ce qui ne saurait être de son ressort, comme, par exemple, l'action d'une plaque impressionnée sur une autre simplement voilée, très voisine; action qui, pouvant être produite aussi bien avec un vieux cliché sec quelconque, inerte chimiquement, se rattache simplement à la loi que j'ai formulée de la reproduction de tous les faibles reliefs plans appliqués sur gélatine, par simple proportionnalité localisée de l'action du révélateur aux très faibles épaisseurs sous lesquelles il se trouve confiné. Étant donné ce qu'on sait de l'inégale turgescibilité de la gélatine impressionnée, il est probable que c'est par là encore que s'expliquent le *développement confiné* et le *silhouettage* de M. Colson [3], qui paraîtraient l'un et l'autre bien problématiquement réalisables si la glace protectrice demeurait partout en contact intime avec la gélatine. Quant au *silhouettage* communément observable à la séparation

---

[1] *Bull. Soc. fr. de Photographie*, 2e série, t. XIV, p. 32; 1898. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 471.

[2] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 589; 1898.

[3] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 471; 1898.

des plages fortement et faiblement impressionnées, comme il ne se manifeste jamais sur pellicule ou papier, mais seulement sur verre, il ne doit être autre que le phénomène de l'*irradiation*, dont Abney a formulé ([1]) la loi trop oubliée, et M. Cornu ([2]) le remède trop peu appliqué. »

CHIMIE. — *Sur les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **Boudouard**.

« Parmi les gaz combustibles, l'oxyde de carbone occupe une place à part. Sa limite élevée d'inflammabilité, la lenteur de la propagation de sa flamme indiquent une résistance à l'oxydation que sa chaleur élevée de combustion n'aurait pas fait prévoir. Il se comporte un peu parmi les gaz comme l'aluminium parmi les métaux. Nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de préciser, un peu plus qu'on ne l'avait fait, ses conditions d'inflammation.

» L'oxyde de carbone a été préparé pour ces expériences en décomposant le formiate de soude par l'acide sulfurique; recueilli dans un petit gazomètre à eau, il renfermait, au moment de l'emploi, 7 pour 100 d'air. Il en a été tenu compte dans le calcul de la composition exacte des divers mélanges étudiés.

» *Limites normales d'inflammabilité*. — Ces limites ont été déterminées dans les conditions définies antérieurement, par l'un de nous, comme les plus favorables pour ces sortes de mesures; c'est-à-dire dans une éprouvette de 40^{mm} de diamètre, 250^{mm} de hauteur, avec inflammation par l'ouverture tenue en l'air, et au moyen d'une flamme de 1^{cc}.

Limite inférieure.		Limite supérieure.	
16 oui	15,9	76,5 oui	74,5
15,8 non		74,5 à moitié	
		72,5 non	

» Cette limite 15,9 est pratiquement identique à la limite 16 trouvée antérieurement en partant d'un gaz plus pur, ne renfermant que 3 pour 100 d'air.

» *Influence du diamètre des tubes*. — Le diamètre de 40^{mm}, employé dans

([1]) *Phil. Mag.*, 4e série, t. L, p. 46; 1875. Cf. *Moniteur de la Photographie*, t. XXIX, p. 115; 1890.

([2]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 551; 1890.

les expériences précédentes, est suffisant pour éviter toute influence appréciable de l'action refroidissante des parois; dans les tubes de diamètre plus faible, les deux limites extrêmes d'inflammabilité se rapprochent et il n'y a plus aucun mélange d'oxyde de carbone et d'air combustible dans les tubes d'un diamètre inférieur à 2^{mm},3. Voici les résultats numériques :

Proportion de CO :		16,1.	17.	19,1.	26,5.	38.	47,5.	57.	61,7.	71,3.
Diamètre des tubes	oui...	13,8^{mm}	7,5^{mm}	6,6^{mm}	3,6^{mm}	3,6^{mm}	2,3^{mm}	3,6^{mm}	6,6^{mm}	11^{mm}
	non...	13	6,6	4,8	2,3	2,3	2,3	2,3	4,8	11

» Lorsque le même diamètre est porté avec la mention *oui* et *non*, cela signifie que la combustion se produit sur une certaine longueur du tube, mais ne se propage pas jusqu'à l'extrémité.

» *Influence de la pression.* — L'inflammabilité des mélanges d'oxyde de carbone et d'air diminue rapidement quand la pression décroît. Au-dessous de 80^{mm} de mercure, tous ces mélanges deviennent ininflammables.

Proportion de CO :		16,4.	18,6.	27,9.	46,5
Pression	oui............	454^{mm}	144^{mm}	89^{mm}	94^{mm}
	non............	411	112	79	79

» Une expérience faite parallèlement avec un mélange de gaz d'éclairage et d'air à 15 pour 100 de gaz, proportion correspondant à la combustion complète, a montré que ce mélange était encore très inflammable sous la pression réduite de 64^{mm}.

» *Influence de la température.* — Il semble évident, *a priori*, que, au fur et à mesure que la température s'élève, la proportion de gaz nécessaire pour constituer un mélange inflammable doit aller en diminuant. Cependant les recherches de M. Roszkowsky (¹), poursuivies seulement, il est vrai, jusqu'à 300°, conduiraient, en ce qui concerne l'oxyde de carbone, à une conclusion contraire. Des expériences semblables comportent une cause d'erreur importante : si le chauffage est prolongé trop longtemps avant la mise de feu, il peut se produire des phénomènes de combustion lente qui altèrent complètement la composition du mélange. Dans nos expériences, le gaz était allumé quelques secondes après son introduction dans un récipient préalablement chauffé à la température voulue. L'équilibre de tem-

(¹) *Zeits. f. phys. Chem.*, t. VII, p. 485; 1891.

pérature d'une masse gazeuse avec une enveloppe solide chaude s'établit presque instantanément.

Proportion de CO.		14,2.	9,3.	7,4.
Température	oui..........	400°	490°	600°
	non..........	400	450	550

» Ces résultats sont bien conformes aux suppositions que l'on pouvait faire *a priori*.

» *Mélanges d'oxyde de carbone avec l'acétylène et l'hydrogène.* — D'après les recherches antérieures de l'un de nous, les limites d'inflammabilité des mélanges renfermant à la fois du méthane et du gaz d'éclairage correspondent à des proportions n et n' de chacun de ces gaz reliées entre elles par la relation

$$\frac{n}{N} + \frac{n'}{N'} = 1,$$

dans laquelle N et N' sont les limites d'inflammabilité individuelle de chacun des deux gaz combustibles. On pouvait se demander si cette relation, rigoureusement exacte pour deux gaz ayant des compositions et des limites d'inflammabilité très voisines, le serait encore dans d'autres circonstances. Elle se vérifie avec la même rigueur pour les mélanges renfermant à la fois de l'acétylène et de l'oxyde de carbone, gaz dont les limites d'inflammabilité 2,8 et 15,9 sont très différentes :

Gaz.	Non.	Oui.	Limite.
C^2H^2.........	1,45	1,45	1,45
CO...........	7,35	7,95	7,65

ce qui donne la relation

$$\frac{1,45}{2,8} + \frac{7,65}{15,9} = 0,52 + 0,481 = 1,001$$

» *Mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène.* — La relation en question n'est plus rigoureusement satisfaite dans ce cas, comme le montrent les résultats ci-dessous, donnant la composition de divers mélanges à la limite d'inflammabilité :

CO...........	15,9	12	7,75	4,3	0
H^2...........	»	2,7	5,50	7,6	10
$\frac{n}{N} + \frac{n'}{N'} =$	1	1,025	1,04	1,02	1

» La variation de 4 pour 100, observée dans ce cas, est bien réelle; elle dépasse de beaucoup les erreurs expérimentales possibles.

» Peut-être l'hydrogène joue-t-il, vis-à-vis de l'oxyde de carbone, un rôle spécial se rattachant à l'influence connue de la vapeur d'eau sur la combustibilité de ce gaz. C'est là une question dont nous nous proposons de poursuivre l'étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un borocarbure de glucinium.* Note de M. P. **Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons indiqué antérieurement [1] que le bore pouvait réduire la glucine à la température du four électrique; nous nous sommes proposé d'étudier le composé de bore et de glucinium susceptible de prendre naissance dans cette réduction.

» La glucine pure, provenant de la calcination du nitrate de glucinium, a été mélangée avec une quantité de bore suffisante pour enlever tout l'oxygène et produire un borure. Les proportions employées étaient les suivantes :

Glucine pure....	75 parties.
Bore.............	45 »

» Le mélange intime, additionné d'un peu d'alcool, a été comprimé sous forme de petits cylindres, que l'on a ensuite desséchés par un séjour de quelques heures dans l'étuve, à 150°. L'un de ces petits cylindres a été placé dans une nacelle de charbon disposée à l'intérieur d'un tube de même substance, chauffé au moyen du four électrique à tube. La chauffe a duré sept à huit minutes avec un courant de 950 ampères sous 45 volts. A la fin de l'expérience, on a observé la fusion tranquille de la masse. Après refroidissement, il restait dans la nacelle un produit homogène, d'aspect métallique, à cassure cristalline.

» On a recommencé cette préparation sur une plus grande quantité de matière et dans un creuset de charbon. Il s'est formé un culot fondu très dur dont la majeure partie était métallique et bien cristallisée. Sur quelques

(1) P. Lebeau, *Sur quelques propriétés nouvelles de la glucine* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 818).

points on distinguait une substance blanche ayant subi la fusion : c'était de la glucine non réduite.

» Les parties métalliques triées avec soin renferment une petite quantité de glucine libre, et l'analyse qualitative nous a démontré qu'elles étaient formées de carbone, de bore et de glucinium. Cette substance est sans action sur l'eau, même après plusieurs jours de contact : le carbone ne s'y trouve donc pas sous forme de carbure de glucinium facilement décomposable par l'eau, mais bien engagé dans une combinaison triple de carbone, de glucinium et de bore.

» L'analyse de ce composé a été faite de la façon suivante :

» 1° *Dosage du bore et du glucinium.* — Un poids déterminé de substance a été attaqué par l'acide nitrique dans l'appareil à dosage du bore décrit par M. Moissan et d'après la méthode de Gooch. L'acide borique entraîné par l'alcool méthylique a été obtenu directement par l'augmentation de poids d'une quantité connue de chaux vive. Le résidu resté dans le ballon dans lequel a eu lieu l'attaque a été repris par l'eau et jeté sur filtre taré, afin de connaître le poids de glucine non réduite, insoluble dans ces conditions. La liqueur filtrée a été précipitée par l'ammoniaque puis additionnée d'une petite quantité de sulfhydrate d'ammonium. Le dépôt a été pesé après calcination.

» 2° *Dosage du carbone.* — Le carbone a été dosé à l'état d'acide carbonique, la matière étant attaquée par l'acide chromique en solution sulfurique. Le dispositif était à peu près identique à celui indiqué par M. Carnot, pour le dosage du carbone dans les fontes et les aciers.

» En déduisant la quantité de glucine non réduite, nous avons obtenu les rapports suivants entre les poids de carbone, bore et glucinium combinés :

Carbone	27,99	28,34
Bore	39,18	39,12
Glucinium	32,83	32,54

» Ces chiffres nous ont conduit à admettre, pour ce carboborure de glucinium, la formule $C^4Bo^6Gl^6$, soit $Bo^6C.3CGl^2$:

	Calculé pour $C^4Bo^6Gl^6$.
Carbone	28,49
Bore	39,17
Glucinium	32,33
	100,00

» Le borocarbure de glucinium se présente en cristaux brillants d'éclat métallique, d'une densité voisine de 2,4.

» Il ne s'altère pas à l'air à la température ordinaire ; chauffé au rouge, il s'oxyde superficiellement.

» Dans un courant d'oxygène pur, on constate vers 700° la présence de l'acide carbonique, mais la réaction s'arrête rapidement, la couche d'acide borique formée protégeant la matière contre une oxydation plus profonde.

» Vers 450°, le borocarbure de glucinium brûle dans le chlore avec une belle incandescence; il se produit du chlorure de bore, du chlorure de glucinium et il reste une matière noire constituée par du carbone amorphe. Le brome donne un résultat identique; l'iode est sans action à la température de ramollissement du verre.

» En opérant dans la porcelaine, nous avons constaté une attaque très nette avec production d'iodure de glucinium et d'iodure de bore.

» Dans la vapeur de soufre, au rouge, l'attaque a lieu superficiellement, le résidu humecté d'eau dégage de l'hydrogène sulfuré.

» Les hydracides gazeux réagissent également sur le borocarbure de glucinium. Les acides minéraux et particulièrement l'acide nitrique le dissolvent rapidement.

» Nous n'avons pu, dans la réduction de la glucine par le bore au four électrique, obtenir de composé exempt de carbone. La réduction se produisant à une température très élevée, il nous a été impossible de soustraire la matière à l'action des vapeurs de carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sels halogénés du plomb* [1]. Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Friedel.

« Si l'histoire des sels halogénés du plomb nous est aujourd'hui bien connue, il n'en est pas de même, malgré le nombre des chimistes qui en ont abordé l'étude, de l'histoire des sels mixtes, combinaisons de chlorure et d'iodure, de chlorure et de bromure, de bromure et d'iodure. La présente Note a pour but l'étude des chloroiodures.

» CHLOROIODURES DE PLOMB. — Labouré [2], en traitant de l'iodure de plomb par l'acide chlorhydrique bouillant, avait obtenu un sel double bien cristallisé. Comme

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris.

(2) LABOURÉ, *J. Ph.*, 3e série, t. IV, p. 328.

Labouré n'avait pas analysé ce chloroiodure, la question fut reprise par Dietzel ([1]). Cet auteur lui attribua la formule PbICl.

» Poggiale, dans une Note aux *Comptes rendus* ([2]), décrit plusieurs sels haloïdes doubles et, en particulier, un chloroiodure de plomb qu'il obtenait en traitant une dissolution de chlorure de plomb par l'iodure de sodium, ou bien en dissolvant de l'iodure de plomb dans le chlorure d'ammonium. Poggiale lui attribua la formule $PbI^2.2PbCl^3$ ([3]).

» Engelhardt ([4]), dans un long Mémoire sur l'action exercée par les chlorures métalliques sur l'iodure de plomb, a repris la question. D'après cet auteur, on pourrait ainsi obtenir toute une série de mélanges dont la composition serait exprimée par les formules limites $PbCl^2$ et PbICl.

» Plus récemment, M[lle] Field ([5]) a de nouveau étudié les sels mixtes de plomb. L'auteur a montré qu'en chauffant ensemble

I. PbI^2....... 1gr   Am Cl...... 6gr H^2O....... 50gr

on obtenait le chloroiodure PbICl. Si l'on part au contraire des proportions suivantes

II. KI....... 1gr $PbCl^2$...... 5gr H^2O....... 250gr

on obtient d'autres sels correspondant, l'un, à la formule $3PbCl^2, PbI^2$, l'autre, plus riche en chlore, correspondant à la formule $5PbCl^2, PbI^2$. Enfin, M. Herty ([6]) semble conclure de ses recherches que les composés divers décrits comme chloroiodures ne sont que des mélanges isomorphes de chlorure et d'iodure.

» *Action de l'acide chlorhydrique sur l'iodure de plomb.* — L'action de l'acide chlorhydrique bouillant sur l'iodure de plomb donne toujours naissance à un chloroiodure correspondant à la formule PbICl indiquée par Dietzel. Suivant la durée de la réaction, suivant les proportions relatives de sel de plomb et d'acide, on peut obtenir ce composé, soit à l'état de pureté, soit mélangé de chlorure ou d'iodure de plomb. J'indiquerai ultérieurement comment on peut reconnaître qu'on a bien affaire à un composé défini, plus ou moins mélangé d'impuretés.

» *Actions réciproques des chlorures ou iodures métalliques avec des sels haloïdes de plomb.* — J'ai seulement étudié le cas où les sels métalliques étaient des sels alcalins (sels de sodium, potassium et ammonium).

([1]) Dietzel, *Dingl. polyt. Journ.*, t. CXC, p. 41.

([2]) *Comptes rendus*, t. XX, p. 1180; avril 1845.

([3]) Il est regrettable que le Mémoire original ne mentionne pas les proportions relatives des sels mis en présence, nécessaires pour obtenir ce composé.

([4]) *Journal für praktische Chemie*, t. LXVII, p. 293; 1856.

([5]) *Chemical New*, t. LXVII, p. 157; 1893.

([6]) *American chemical Journal*, t. XVIII, p. 290.

» Qu'on fasse réagir de l'iodure de plomb sur un chlorure ou un iodure sur du chlorure de plomb, la question est toute semblable. On se trouve, en effet, par suite de doubles décompositions, avoir en présence du chlorure et de l'iodure de plomb. Le résultat auquel je suis arrivé est extrêmement simple : je n'ai jamais pu préparer qu'un seul composé, le chloroiodure PbICl, pur ou plus ou moins souillé de chlorure de plomb.

» J'ai repris en particulier avec beaucoup de soin les expériences de Mlle Field. En partant du premier système (I) mentionné précédemment, j'ai toujours et très régulièrement obtenu le corps mentionné par ce chimiste. Je ferai cependant la remarque que, tandis que Mlle Field attribue au chloroiodure une demi-molécule d'eau de cristallisation ([1]), j'ai toujours, en desséchant le composé à froid sur une plaque poreuse, obtenu ce sel anhydre, comme il ressort de l'analyse ci-dessous :

Trouvé : Pb...	56,05	Cl.........	9,22	I.........	34,42
Calculé : Pb...	55,90	Cl.........	9,63	I.........	34,47

» C'est ce même sel anhydre que j'ai obtenu en opérant avec le second système (II). Le chlorure de plomb (5^gr^) était dissous dans 240^cc^ d'eau à chaud; puis cette solution additionnée de 10^cc^ d'une liqueur d'iodure de potassium au dixième. L'addition d'iodure de potassium produit d'abord un précipité jaune qui se dissout presque instantanément, en même temps qu'il se dépose des cristaux verdâtres. On peut du reste fractionner la cristallisation, en recueillant le précipité formé à 70°, 60°, 50°, 40°, etc. par refroidissement successif; il faut descendre à une température relativement basse (30° environ) pour que le microscope révèle un mélange et que l'analyse indique un excès de chlore. Les précipités recueillis immédiatement, puis à températures plus basses, 70°, 60°, 50° et même 40°, correspondent exactement à la formule PbICl.

» Vers 10°, au contraire, ce précipité est formé par du chlorure de plomb exempt de toute trace d'iode.

» L'existence de ce chloroiodure comme espèce chimique bien définie est, du reste, démontrée par le produit d'oxydation qu'il est susceptible de fournir lorsqu'on le traite par le peroxyde d'azote.

» J'ai eu l'occasion de montrer ([2]) que les différents composés halogénés du plomb se comportaient diversement avec l'hypoazotide. Tandis

([1]) Le sel de Mlle Field était séché vers 100°.

([2]) V. Thomas, *Thèse de doctorat*. Gauthier-Villars.

qu'à température ordinaire, en effet, les chlorure et bromure n'étaient pas attaqués, le composé iodé était, même à basse température, complètement décomposé avec mise en liberté d'iode et formation d'oxyde de plomb PbO ([1]). Il était à présumer qu'un composé tel que PbICl, traité par l'hypoazotide, devait donner naissance à un départ d'iode et à la formation d'un oxychlorure correspondant. C'est ce que l'expérience vérifie : le déplacement de l'iode commence à froid ; mais il est nécessaire, pour renouveler les surfaces, d'élever suffisamment la température pour permettre la sublimation de l'iode. La diminution de poids observée est celle exigée par l'équation

$$Pb''\begin{matrix}\diagup I & I \diagdown \\ \diagdown Cl & Cl \diagup\end{matrix}Pb'' + O = Pb''\begin{matrix}\diagup & O & \diagdown \\ \diagdown & Cl\,Cl & \diagup\end{matrix}Pb'' + I^2.$$

» Le dosage du chlore donne du reste :

	Trouvé.	Calculé.
Cl.....................	14,14	14,23 pour 100

» Le procédé qui permet de reproduire aisément la *matlockite* permet aussi facilement de discerner les mélanges de chlorure et d'iodure des chloroiodures proprement dits. Tandis que les chloroiodures donnent naissance aux oxychlorures correspondants, les chlorures et iodures se comportent différemment. Les chlorures ne sont pas attaqués, et les iodures sont transformés en oxyde, si bien qu'en traitant le résidu de l'oxydation par de l'eau chaude on arrive à l'épuiser totalement, et le produit ainsi purifié consiste en oxyde de plomb pur.

» Ce procédé d'obtention des oxychlorures paraît du reste être susceptible de généralisation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la microstructure des alliages de fer et de nickel.* Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« Au point de vue de leur microstructure, les alliages forgés de fer et de nickel (de 0 à 50 pour 100 de nickel) peuvent se partager en trois groupes.

([1]) Cette réaction paraît, du reste, contraire aux données thermochimiques. On a, en effet,

$$PbI^2 + AzO^2 = PbO + AzO + I^2 (51 - 21,6 + 2,6 - 42) \ldots -10^{Cal}.$$

» 1° Jusqu'à une teneur en nickel de 8 pour 100 ou un peu plus, cette structure est semblable à celle des aciers ordinaires sans nickel. Seulement les grains de fer sont, toutes choses égales d'ailleurs, de dimensions plus petites et ont une moindre tendance à grossir sous l'influence d'une température élevée, ce qui donne aux cassures leur aspect fibreux.

» 2° Le deuxième groupe comprend les alliages d'une teneur de 12 à 25 pour 100 environ de nickel (¹). Quelle qu'ait été la vitesse du refroidissement, la coupe montre, après attaque, des faisceaux fibreux rectilinéaires qui s'orientent volontiers parallèlement à trois directions principales (cristallites pouvant se rattacher à l'octaèdre). Le carbone, du moins quand il est en proportions faibles ou moyennes, ne forme pas de carbures liquatés discernables. Ces caractères sont, d'une manière générale et sauf quelques différences secondaires, ceux des aciers au carbone *trempés*, et cette similitude accentue le rapprochement auquel avaient déjà conduit d'autres propriétés des alliages du même groupe (dureté et polarité magnétique).

» 3° Le troisième groupe réunit les alliages *non magnétiques* à 25 pour 100 de nickel environ (²) et ceux qui retrouvent leurs propriétés magnétiques à la faveur d'un excès de nickel (30 à 50 pour 100). Les méthodes d'attaque (par la teinture d'iode ou l'acide azotique) appliquées d'habitude aux aciers ordinaires ne donnent plus ici de bons résultats. Il convient d'employer l'acide chlorhydrique étendu en reliant le métal au pôle positif d'un élément de pile au bichromate. La structure est purement cristalline; mais, comme les cristaux s'arrêtent mutuellement dans leur croissance, ces cristaux (peut-être des octaèdres maclés) ne se prêtent guère à une détermination certaine. Le facies général n'est pas moins caractéristique.

» En outre, les alliages de ce groupe sont criblés, après attaque, de nombreuses piqûres qui peuvent être des porosités agrandies.

» En résumé, l'étude de la microstructure des alliages de fer et de nickel confirme la classification fondée sur les propriétés mécaniques et le parallèle que l'on avait pu établir entre la série de ces alliages et les séries des aciers au carbone (trempés) et au manganèse (trempés ou non).

(¹) Je n'ai pas eu d'échantillons entre 8 et 12 pour 100.

(²) Avec une même teneur en nickel (24,80 pour 100) un alliage à 0,16 de carbone est magnétique, un alliage à 0,65 de carbone non magnétique à la température ordinaire, après refroidissement dans les mêmes conditions. Au point de vue de la structure, le premier de ces alliages appartient au deuxième groupe, le second au troisième.

Elle prouve une fois de plus que les propriétés dominantes des aciers sont une fonction de la position de leurs points de transformation sur l'échelle des températures. Suivant que ces transformations se font, pendant le refroidissement, au-dessus de 400° environ, entre 350° environ et la température ordinaire ou au-dessous de cette dernière, on obtient trois types distincts.

» Les alliages de fer et de nickel possèdent une autre particularité intéressante, celle de devenir facilement schisteux sous l'influence du forgeage. J'avais déjà signalé des faits analogues dans les aciers doux ordinaires; mais, ces derniers n'étant pas homogènes, il était naturel que leurs éléments de structure, d'inégale dureté, s'étirassent inégalement. Dans les alliages de fer et de nickel, la schistosité se superpose aux structures ci-dessus décrites et, dans les métaux des deuxième et troisième groupes, en est complètement indépendante, recoupant de ses formes propres les cristallites et les cristaux.

» Elle est d'abord mise en évidence par toutes les méthodes d'attaque et se traduit par la formation de bandes alternativement plus et moins attaquées s'enveloppant les unes les autres et permettant de suivre la répartition des déformations dues au forgeage ou au laminage. »

THERMOCHIMIE. — *Données thermiques relatives à l'acide éthyl-malonique. Comparaison avec ses isomères, les acides glutarique et méthyl-succinique.* Note de M. G. Massol.

« A. *Acide éthyl-malonique.* — Préparé par l'action de l'iodure d'éthyle sur l'éther malonique sodé. Il cristallise avec 1 molécule d'eau, qu'il perd par un long séjour à l'étuve à 100°. Anhydre, il fond à 111°,5 et se dissout dans l'eau avec absorption de chaleur ($pm = 132^{gr}$ dans 4^{lit}) : $-2^{Cal},96$.

» B. *Éthyl-malonate de potasse.* — Les chaleurs de neutralisation sont :

$$C^5H^8O^4 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^5H^7O^4K \text{ diss.} : \quad +14^{Cal},08,$$
$$C^5H^7O^4K \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^5H^6O^4K^2 \text{ diss.} : \quad +13^{Cal},80.$$

» La solution du sel neutre, évaporée à siccité, donne une masse sirupeuse qui se dessèche lentement et ne se déshydrate qu'à 150°-160° dans un courant d'hydrogène sec. Ce sel anhydre se dissout dans l'eau, avec dégagement de chaleur ($pm = 208^{gr}$ dans 8^{lit}) $+4^{Cal},45$.

» La chaleur de formation du sel neutre solide, à partir de l'acide et de

la base solides, est

$$C^5H^8O^4 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^5H^6O^4K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} : +48^{Cal},25.$$

» C. *Valeur thermique des trois isomères.* — J'ai publié antérieurement les données thermiques relatives à l'acide normal ou glutarique ([1]) et à l'acide non normal : méthyl-succinique ou acide pyrotartrique ordinaire ([2]); la comparaison des nombres obtenus montre que la *valeur acidimétrique,* mesurée thermiquement par la *chaleur de formation du sel neutre de potasse solide,* varie pour chacun des trois isomères et qu'elle diminue progressivement avec l'écartement des carboxyles :

			Cal
Position	1 : 3.	A. éthyl-malonique	+ 48,25
»	1 : 4.	A. méthyl-succinique	+ 45,18
»	1 : 5.	A. glutarique normal	+ 44,23

» Ces données sont comparables à celles qui m'avaient fourni la chaleur de formation des trois phtalates neutres de potasse ([3]) :

			Cal
Position	1 : 2.	A. ortho-phtalique.	+ 44,38
»	1 : 3.	A. méta-phtalique............	+ 39,12
»	1 : 4.	A. para-phtalique	+ 38,42

avec cette différence toutefois que la présence du noyau benzénique diminue la valeur de la fonction acide qui reste comparable pour l'acide ortho avec celle de l'acide glutarique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation du furfurol par la cellulose et ses dérivés oxy et hydro.* Note de M. **Léo Vignon.**

« Comme suite aux recherches sur l'oxycellulose publiées dans les *Comptes rendus* (20 septembre 1897), j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats qui m'ont été donnés par l'étude de la formation du furfurol à partir de la cellulose, de l'oxycellulose et de l'hydrocellulose.

» J'ai pris, comme point de départ, de la cellulose pure provenant du coton dans les conditions que j'ai précisées. Des poids égaux ont été

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1437.
([2]) *Ibid.,* t. CXIV, p. 1073.
([3]) *Ann. de Phys. et de Chim.,* 7e série, t. I, p. 145.

ensuite soumis respectivement à des actions acides (1), oxydantes (2) et réductrices (3) :

	1.	2.	3.
Coton pur..................	10^{gr}	10^{gr}	10^{gr}
Eau..................	1000^{cc}	1000^{cc}	1000^{cc}
HCl 22° B..............	65^{cc}	65^{cc}	65^{cc}
$KClO^3$..................	»	80^{gr}	»
$SnCl^2$..................	»	»	50^{gr}

Traitement maintenu pendant une heure à l'ébullition. On a obtenu en 1 de l'*hydrocellulose* (cellulose hydratée) de Girard, le coton ayant perdu la majeure partie de sa structure; en 2 de l'*oxycellulose,* en poudre très blanche; en 3 un produit semblable à 1.

» Ces trois substances, mises au contact d'une solution de potasse caustique à 10°B., à froid, pendant cinq heures (4^{gr} substance, 75^{cc} lessive KOH), fournissent : 1 et 3 une liqueur incolore, 2 une solution jaune d'or. Après essorage, lavage et séchage, on constate que les substances traitées ont subi des pertes de poids s'élevant à 15 pour 100 pour 1 et 3, et à 25 pour 100 pour 2. L'oxycellulose se différencie nettement de l'hydrocellulose, qui paraît identique à la cellulose hydrogénée.

» *Formation du furfurol.* — J'ai soumis ces trois celluloses modifiées, et comparativement, de l'amidon, du coton blanchi au chlore, de l'oxycellulose obtenue par oxydation de la cellulose par l'acide chromique, à l'action de l'acide chlorhydrique de densité 1,06, à l'ébullition, pour déterminer la formation du furfurol (procédé de Tollens). Le furfurol obtenu a été dosé dans le distillatum recueilli, en le transformant par la phénylhydrazine en hydrazone prenant naissance suivant l'équation

$$C^5H^4O^2 + C^6H^5N^2H^3 = C^5H^4ON^2HC^6H^5 + H^2O.$$

» J'ai obtenu les résultats suivants :

Matières premières.	Furfurol pour 100.
Hydrocellulose (1)..................	0,854
Oxycellulose (2)..................	2,113
Cellulose réduite (3)..................	0,860
Amidon..................	0,800
Coton blanchi..................	1,800
Oxycellulose chromique..................	3,500

» Pendant la formation du furfurol, il se dégage de l'acide carbonique, qui peut être recueilli dans la baryte : les quantités de cet acide obtenues

ne présentent pas de rapport fixe avec les proportions de furfurol recueillies.

» J'ai étudié ensuite la formation du furfurol à partir des produits de dédoublement de l'oxycellulose par la potasse.

» Deux échantillons d'oxycellulose ont été préparés :

» 1° Par oxydation avec le chlorate de potassium :

Coton purifié........	40gr	Ébullition, une heure.
Eau................	3000cc	Obtenu 30gr.
HCl, 22°..........	250cc	Oxycellulose (A) en poudre blanche, ne laissant pas de cendres.
$KClO^3$...........	300gr	

» 2° Par oxydation avec l'acide chromique :

Coton purifié........	40gr	Ébullition, une heure.
Eau................	3000cc	Obtenu 27gr,5 d'oxycellulose (B).
$K^2Cr^2O^7$..........	60gr	En poudre verte, laissant 2,24 pour 100 de cendres chromiques.
SO^4H^2.............	80gr	

» 25gr de chaque échantillon ont été traités par 200cc KOH à 20°B., à la température ordinaire, pendant cinq heures.

L'oxycellulose A donne une liqueur jaune d'or.
» B » » brune.

» Toutes les deux fournissent un résidu insoluble constitué par des poudres grises.

» Par saturation des solutions potassiques au moyen de l'acide chlorhydrique, on obtient d'abondants précipités gélatineux blancs, qui ont été recueillis, séchés et pesés.

» Finalement, on a obtenu par l'action de la potasse sur les oxycelluloses A et B (25gr) :

	A. $KClO^3$.	B. $K^2Cr^2O^7$.
	gr	gr
1. Insoluble.....................	16,20	11,16
2. Précipité de la solution potassique.	2,45	1,42
3. Dissous dans la solution potassique neutralisée..................	6,35	12,42
	25,00	25,00

» Ces trois fractions ont été transformées en furfurol par l'action de

l'acide chlorhydrique de densité 1,06; le furfurol obtenu a été dosé par la phénylhydrazine :

	Furfurol pour 100.	
	A.	B.
	gr	gr
1. Insoluble..................	0,86	0,76
2. Précipité......................	4,35	5,11
3. Dissous......................	1,10	1,54

» En résumé, la molécule cellulosique, oxydée, devient facilement décomposable par la potasse : la majeure partie, insoluble dans ce réactif, a tous les caractères de la cellulose initiale [chaleur de combustion ([1]), formation du furfurol]. La partie dissoute, plus complexe, réductrice, aldéhydique, contient une substance précipitable par les acides qui donne des proportions de furfurol relativement considérables. Ces faits, complétés par d'autres, nous serviront pour l'établissement d'une formule développée de la cellulose du coton, synthétisant ses propriétés chimiques. »

ZOOLOGIE. — *Note préliminaire sur la distribution géographique et l'évolution des Péripates.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les Onychophores sont les Articulés terrestres qui se rapprochent le plus des Annélides; les zoologistes sont unanimes, aujourd'hui, pour les considérer comme des animaux très primitifs, et, bien que leurs restes soient inconnus à l'état fossile, il semble naturel de faire remonter leur apparition à une époque très éloignée. Répandus en Amérique (Antilles, Amérique centrale et une partie de l'Amérique du Sud), en Afrique (dans la région du Cap) et en Océanie (depuis l'Australie orientale jusqu'en Nouvelle-Zélande), on les a considérés jusqu'ici comme très distincts les uns des autres suivant l'aire qu'ils occupent, et M. Pocock, attribuant ce fait à leur âge très ancien, a pris l'initiative de les diviser en trois genres, dont chacun serait propre à l'une des trois zones géographiques ci-dessus signalées.

» Le but de cette Note est de montrer que cette localisation étroite

([1]) *Comptes rendus*, 20 septembre 1897.

n'existe pas et que les Onychophores ont évolué progressivement à travers les âges, pendant qu'ils s'éloignaient de leur centre d'origine.

» Les animaux qui m'ont permis d'aborder ce problème ont été recueillis en Afrique par le regretté Thollon, qui les offrit au Muséum ; ils appartiennent à une espèce nouvelle, que je propose de nommer *Peripatus Tholloni,* en souvenir du vaillant et malheureux explorateur qui l'a découverte.

» Cette curieuse espèce étant intermédiaire entre les formes américaines et celles du Cap, je passerai successivement en revue les caractères qui ont permis, jusqu'à ce jour, de distinguer les espèces des diverses régions.

» 1° *Distribution géographique.* — Le *P. Tholloni* provient du Gabon, c'est-à-dire d'une zone intermédiaire entre le Cap et les parties de l'Amérique où habitent les Péripates. Ces animaux étaient restés, jusqu'ici, inconnus dans cette région.

» 2° *Nombre de pattes.* — Les espèces américaines ont bien plus de pattes que les autres, généralement de 27 à 42 paires, et le nombre de ces appendices varie d'ailleurs d'un individu à l'autre ; dans les formes africaines et océaniennes, il paraît constant pour chaque espèce ; il est de 17 (14?) à 21 paires pour les premières, de 15 paires pour les secondes. Dans le *P. Tholloni* le nombre des pattes est de 24 ou 25 paires.

» 3° *Pattes-rudimentaires, position de l'orifice sexuel.* — Dans les espèces américaines, l'orifice génital se trouve entre les pattes de l'avant-dernière paire, et les pattes de la paire postérieure, un peu plus réduites que les autres, n'ont que deux arceaux spinuleux au lieu de quatre. Dans les espèces du Cap, l'orifice est subterminal et situé loin en arrière des pattes postérieures qui ne sont pas modifiées ; chez les formes océaniennes, l'orifice se trouve à une assez grande distance de l'anus, entre les pattes postérieures, qui sont aussi normales. Dans le *P. Tholloni,* l'orifice génital occupe la même place que chez les espèces américaines, mais la dernière paire de pattes, munie seulement de deux arceaux, est encore plus réduite ; il est clair que cette paire s'est atrophiée dans les espèces océaniennes et que les deux paires postérieures ont disparu dans le *P. capensis.* A ce point de vue, on doit signaler une espèce du Cap, le *P. Balfouri,* où l'orifice génital, situé près de l'anus, se trouve entre des pattes postérieures fort réduites, qui correspondent aux appendices de l'avant-dernière paire du *P. Tholloni* et des espèces américaines.

» 4° *Structure des pattes.* — Les pattes des espèces américaines sont munies, près de leur extrémité, de quatre arceaux spinuleux ; dans les espèces du Cap et de l'Océanie, l'arceau proximal n'existe plus et l'on ne compte que trois arceaux. Il en est de même dans le *P. Tholloni.* D'ailleurs, dans cette espèce, comme dans les formes australiennes, on ne trouve pas de papilles à la base de la partie pédieuse des pattes, tandis que deux de ces papilles existent chez les Péripates d'Amérique et du Cap.

» 5° *Orifices néphridiens des pattes* 4 *et* 5. — Sur les pattes de la quatrième et de la cinquième paire, l'orifice néphridien se trouve compris entre les deux arceaux spi-

nuleux proximaux, chez les espèces américaines. Dans le *P. Tholloni,* il occupe la même place; mais, l'arceau proximal ayant disparu, il paraît se trouver en dehors des arceaux et échancre même légèrement le premier d'entre eux. Dans les espèces océaniennes, l'échancrure est bien plus prononcée, et la papille néphridienne se trouve presque tout entière comprise dans l'arceau; enfin, dans les espèces du Cap, la papille se trouve tout à fait au centre de ce dernier.

» 6° *Plis du corps.* — Dans les espèces américaines, les plis du corps ne sont pas interrompus sur la ligne médiane dorsale et se composent d'une seule rangée de papilles; dans les espèces du Cap, ils présentent une solution de continuité au milieu du dos et comptent ordinairement plusieurs rangées de papilles. Le *P. Tholloni* a des plis continus comme les espèces américaines, mais il offre dans chaque pli une ou deux rangées de petites papilles accessoires.

» 7° *Mâchoires.* — Dans les espèces américaines, les deux lames de chaque mâchoire sont munies d'une dent accessoire sur le bord interne de la dent principale; en outre, la lame maxillaire interne est armée d'une longue rangée de denticules. Dans les espèces du Cap, la dent accessoire disparaît sur la lame interne, et les denticules de cette lame sont bien moins nombreux; il en est de même chez les formes océaniennes, mais la dent accessoire y disparaît aussi sur la lame externe. Dans le *P. Tholloni*, les mâchoires sont du même type que celles des espèces américaines.

» De ce qui précède il résulte que le *P. Tholloni* établit la transition entre les Péripates américains et ceux de l'Afrique australe. Plus voisin des premiers, il doit être considéré comme issu des Péripates américains qui se répandaient peu à peu vers l'est, à l'époque où une barrière continentale reliait encore le nouveau monde à l'ancien. A mesure que s'effectuait cette dispersion orientale des Péripates, l'évolution de ces animaux s'accentuait dans une direction déterminée : les pattes s'atrophiaient progressivement en arrière et, en même temps, leur nombre devenait de plus en plus constant; les arceaux spinuleux proximaux suivaient, jusqu'à un certain point, la même marche régressive; les papilles néphridiennes de deux paires de pattes s'avançaient peu à peu vers l'arceau suivant; les plis de la peau se compliquaient, puis s'interrompaient sur la ligne médiane dorsale; enfin, l'armature dentiforme des mâchoires se réduisait de plus en plus.

» Les espèces d'Océanie marquant, à beaucoup d'égards, le terme actuel de l'évolution des Onychophores, on pourrait croire que les Péripates de cette région proviennent d'espèces africaines qui auraient émigré vers l'est aux époques géologiques. Mais certains caractères de ces animaux étant assez primitifs (position de l'orifice sexuel et des orifices néphridiens des pattes 4 et 5), on peut penser aussi que la dispersion du groupe s'est

effectuée à la fois dans les deux sens : vers l'est pour l'Afrique, vers l'ouest pour l'Australie et les régions circonvoisines. L'étude des Péripates du Chili permettra peut-être de résoudre ce problème.

» En tous cas, il paraît bien certain que l'Amérique centrale et la région caraïbe ont été le centre d'origine et de migration des Péripates; leur dispersion vers l'est ne laisse également guère de doute, et l'on doit s'attendre à les découvrir dans toutes les parties tropicales de l'Afrique orientale, au moins jusqu'à la région des îles du Cap Vert. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Pleurotomaires.* Note de MM. **E.-L. Bouvier** et **H. Fischer**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nous avons déjà exposé dans une première Note, présentée en mars 1897, les résultats de nos recherches sur le système nerveux de *Pleurotomaria Quoyana* et les considérations générales que l'on peut déduire de cette étude. Nous nous proposons maintenant de compléter les notions précédemment acquises.

» *Système nerveux.* — Les cellules nerveuses des ganglions cérébroïdes sont de petite dimension, comme c'est la règle chez les Prosobranches.

» Les cordons nerveux scalariformes palléo-pédieux sont réunis en avant par une grande commissure : celle-ci contient des fibres nerveuses qui réunissent les parties palléales et d'autres qui réunissent les parties pédieuses.

» La commissure viscérale croisée se détache du connectif qui unit le ganglion cérébroïde à la partie palléale du cordon scalariforme (connectif cérébro-palléal); les fibres nerveuses de cette commissure proviennent les unes des ganglions cérébroïdes, les autres des cordons scalariformes; on ne voit pas de renflement ganglionnaire appréciable dans la région où elle prend naissance, mais seulement une certaine quantité de cellules nerveuses : le ganglion palléal des Pectinibranches est donc absent ou absolument diffus chez les Pleurotomaires.

» Un certain nombre des nerfs qui naissent latéralement des cordons scalariformes ont une origine mixte : ils se détachent en partie de la région palléale et en partie de la région pédieuse. L'examen des fibres nerveuses confirme la réalité de cette structure, déjà bien visible par la dissection.

» *Organes des sens.* — L'œil se présente extérieurement sous l'aspect d'un très petit orifice situé à la base du tentacule; sa structure, très primi-

tive, est la même que chez les *Trochus* : c'est une cupule tapissée par la zone pigmentée, ouverte à l'extérieur, mais dont la cavité est comblée par le cristallin.

» Les deux otocystes sont situés en avant et un peu au-dessus de la commissure palléo-pédieuse : ils sont ovoïdes; leur plus grand diamètre mesure $0^{mm},55$. Leur cavité est bourrée d'otolithes transparents, de dimensions très inégales : les petits (de 2μ à 7μ) sont exactement sphériques; les gros (jusqu'à 15μ et 20μ) sont ovoïdes ou bosselés. Le grand nombre, la petitesse et l'irrégularité des otolithes s'accordent très bien avec les caractères primitifs présentés par les autres organes.

» *Radule*. — La description de M. le professeur Dall ayant trait surtout aux parties centrales de la radule, il est utile d'en faire une étude plus complète. Chaque rangée transversale comprend une dent centrale d'assez petite dimension, presque couchée sur la surface d'insertion, portant une cuspide médiane et une paire d'expansions latérales. De chaque côté de cette dent on en trouve environ 115 autres qui présentent une suite ininterrompue de modifications et qu'il est assez difficile, par conséquent, de séparer en dents latérales et marginales : nous les numéroterons de 1 à 115, en partant de celle qui est voisine de la dent centrale.

» Les dents 1 et 2 sont grandes, larges, lamelleuses, subquadrangulaires, disposées presque transversalement sur la surface d'insertion. Les suivantes sont alignées dans une tout autre direction, formant un angle d'environ 30° avec l'axe; leur taille diminue jusqu'à la 6e ou 7e, en même temps que leur forme tend à devenir triangulaire; entre la 7e et la 25e, la taille reste à peu près constante, puis au delà elle s'accroît considérablement; en même temps, la forme change et, à partir de la 30e dent, on voit apparaître, à l'extrémité libre, des cuspides qui sont au nombre maximum de trois. Ces dents à cuspides, les *uncini* de M. Dall, sont allongées et incurvées. Des modifications simultanées se produisent à la base des dents : à partir de la 30e environ, cette base s'élargit fortement, et bientôt une portion s'en détache pour former une pièce basale supplémentaire, bien séparée vers la 33e dent, peut-être même avant, et qu'on observe jusqu'à la 79e. La base, qui avait son maximum de largeur vers la 33e dent, diminue jusque vers la 40e et se maintient constante au delà sur un long intervalle.

» Les dents à cuspides paraissent être d'abord tricuspides; plus loin, le nombre des cuspides se réduit à 2, peut-être même à 1, vers la 40e dent; les dents tricuspides reparaissent ensuite, mais avec une structure diffé-

rente; elles sont, en outre, plus minces et grêles. Aux environs de la 50ᵉ dent, on commence à distinguer, au-dessous des trois cuspides, un petit mamelon qui se garnit bientôt d'excroissances sétiformes de plus en plus longues : par ces modifications successives qui s'observent sur un intervalle de quatre ou cinq dents, l'extrémité portant les cuspides est bientôt enveloppée par une houppe de soies. Cette structure très spéciale est visible sur une grande longueur de la radule et disparaît assez rapidement vers la 109ᵉ ou 110ᵉ dent.

» M. Dall a déjà décrit ces houppes chez le *Pleurotomaria Adansoniana*, mais ne les avait pas observées chez le *Pl. Quoyana* : nous pouvons affirmer leur existence, qui paraît dès lors caractéristique dans le genre *Pleurotomaria*.

» Les dernières dents, à partir de la 106ᵉ ou 107ᵉ, jusqu'à l'extrémité de la rangée, sont minces et foliacées; après la disparition des houppes, l'ensemble des cinq ou six dernières rappelle absolument l'aspect d'un éventail ouvert dont les lames seraient légèrement recourbées.

» La grande difficulté qu'on éprouve à distinguer des régions bien limitées dans une rangée de la radule montre encore une fois de plus le caractère primitif de l'organisation des Pleurotomaires. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure et l'évolution du protoplasma des Mucorinées.* Note de M. L. MATRUCHOT [1], présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note antérieure [2], j'ai exposé que, chez une Mucorinée appartenant au genre *Mortierella*, le cytoplasma des filaments mycéliens immergés présente une structure assez particulière : au milieu d'un *hyaloplasma* indifférent au réactif colorant employé, on observe un certain nombre de cordons formés d'un protoplasma très légèrement granuleux, colorable, correspondant à l'*enchylema* de certains auteurs. Pour des raisons que j'ai données, cet enchylema m'a paru être seul le siège des courants protoplasmiques qu'on observe sur le vivant; aussi ai-je considéré ces cordons comme de véritables canalicules creusés dans une masse hyaloplasmique légèrement résistante.

(1) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) L. MATRUCHOT, *Sur la structure du protoplasma fondamental dans une espèce de* Mortierella (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1321).

» Pour la partie jeune des filaments, je n'ai pas réussi jusqu'ici à mettre cette structure en évidence, et je suis porté à croire que, dans cette région, le cytoplasma n'est pas différencié en hyaloplasma et enchylema, que là, en un mot, en dehors des granules qu'il renferme, il a une structure homogène.

» Dans les parties très âgées du mycélium immergé, cette structure a disparu, et cela par le processus que j'indiquerai plus loin; on n'observe plus que des traces de cytoplasma adhérentes à la membrane cellulaire, et le reste de la cavité mycélienne est occupé par de l'eau peu chargée de substances étrangères.

» La structure canaliculaire dont j'ai parlé se présente donc comme un stade de transformation du cytoplasma. Or, en appliquant le même procédé de coloration à diverses Mucorinées appartenant à des genres variés (*Mortierella, Mucor, Helicostylum*, etc.), j'ai retrouvé les mêmes aspects, la même structure. Cette différenciation semble donc être un stade de l'évolution normale du cytoplasma chez les Mucorinées.

» On peut interpréter de la façon suivante les faits observés. Dès que le cytoplasma, n'étant plus très jeune, cesse d'être homogène, il se fait une séparation, un *départ*, entre l'enchylema et l'hyaloplasma. La cavité du filament renferme alors une masse hyaloplasmique parfaitement transparente, au milieu de laquelle l'enchylema se dispose en longs cordons plus ou moins granuleux, présentant des courants protoplasmiques. Le départ entre ces deux substances se fait de façon symétrique autour de l'axe du filament, et les canalicules se trouvent ainsi disposés régulièrement, à une distance sensiblement constante et toujours très faible de la périphérie. Même lorsque le filament mycélien est volumineux et renferme jusqu'à huit ou dix canalicules, aucun de ces canalicules n'est central : sur une coupe transversale schématique, ils seraient disposés sur une circonférence concentrique au pourtour du filament. Il semble donc que la cause de la différenciation ait une origine périphérique et ne réside pas dans les propriétés intrinsèques du protoplasma.

» En vieillissant, les canalicules se morcellent, et ce morcellement se fait par un processus analogue à celui qui a produit la première différenciation du cytoplasma. De distance en distance apparaissent, en effet, des disques de nature hyaloplasmique qui constituent comme autant de solutions de continuité dans les cordons d'enchylema. Ces disques présentent les caractères suivants :

» En premier lieu, ils ont, au moment où ils se forment, une épaisseur

assez constante et égale à celle de la zone intercanaliculaire ($\frac{3}{4}$ de μ environ) : ces disques semblent donc être, comme celle-ci, déterminés par l'action de forces capillaires.

» En second lieu, ils constituent une section nette, *plane*, sensiblement perpendiculaire à la direction du canalicule. Ceci me paraît venir à l'appui des raisons que j'ai déjà données et confirmer d'une façon certaine la rigidité de l'hyaloplasma : si celui-ci était parfaitement fluide, les surfaces terminales des tronçons d'enchylema seraient convexes et non planes.

» Enfin, les disques s'épaississent peu à peu aux dépens de l'enchylema, les canalicules se morcellent de plus en plus, et à la fin il ne reste de l'enchylema que des particules accolées à la membrane, tout le reste de la cavité étant occupé par un liquide qui est de l'hyaloplasma devenu entièrement aqueux.

» En résumé on peut déduire, de toutes mes observations sur ce sujet, les conclusions suivantes :

» *Le cytoplasma des Mucorinées se différencie, à un moment donné, en une masse transparente (hyaloplasma) et en un certain nombre de cordons protoplasmiques granuleux (enchylema) inclus et disposés régulièrement à la périphérie. En vieillissant, les cordons protoplasmiques se morcellent et toute la masse finit par se transformer en un hyaloplasma de plus en plus aqueux. Cet état final n'a donc pas ici l'origine que l'on décrit dans les végétaux supérieurs comme étant due à l'extension des vacuoles.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la résistance des graines à l'immersion dans l'eau* (1). Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

» Parmi les moyens de dissémination que la nature emploie pour répandre les graines au loin, on admet généralement que le transport par eau joue un assez grand rôle. Plusieurs auteurs, Darwin et Charles Martins entre autres, se sont occupés du transport par l'eau de mer et ont montré que beaucoup de graines résistent à l'action nocive de cette dernière et germent encore lorsqu'elles ont été immergées pendant fort longtemps. Il n'existe, à ma connaissance, aucune expérience précise se rapportant à l'action de l'eau douce. La dissémination par cet élément, si répandu à

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

la surface du globe, doit, à tout prendre, être beaucoup plus importante que la précédente ; les rivières, en effet, transportent des graines dans des régions assez limitées, où les conditions climatologiques sont à peu près les mêmes, et où, par suite, la plante a le plus de chances de germer et de survivre. Il s'agit de savoir si les graines peuvent résister à un séjour prolongé dans l'eau, où elles ont plusieurs raisons d'être détruites, notamment par la pression osmotique du liquide qui pénètre dans les cellules, par la perte d'éléments solubles, par le bacille Amylobacter qui dissout la cellulose et produit la fermentation butyrique, par la difficulté d'absorption de l'oxygène et enfin par l'attaque de divers organismes inférieurs.

» Cette étude présente aussi un autre intérêt biologique. Il arrive souvent, en effet, que de vastes étendues de terrain sont submergées pendant longtemps, soit par l'inondation, soit par des pluies abondantes. Que deviennent les graines dans ces terrains détrempés? Au bout de combien de temps meurent-elles?

» Telles sont les questions que je vais examiner. Les expériences auxquelles je me suis livré sont de deux ordres : dans les unes, l'eau était renouvelée toutes les vingt-quatre heures ; dans les autres, l'eau était confinée, c'est-à-dire n'était jamais renouvelée. Le Tableau ci-dessous indique au bout de combien de jours la mort a été constatée.

Nombre de jours au bout desquels les graines meurent
(Température de 15° à 20° C.).

	Immersion	
	dans l'eau renouvelée.	dans l'eau confinée.
	jours	jours
Betterave	148	30
Bouillon blanc	115	49
Poireau gras de Rouen	90	45
Asperge violette de Hollande	75	145
Bourrache officinale	57	28
Anis vert	57	21
Fenouil doux	39	30
Pavot double grand	27	25
Lin	13	12
Blé de Bordeaux	10	17
Avoine noire de Brie	9	11
Millet	9	6
Moutarde blanche	7	5
Mauve officinale	6	10

	Immersion	
	dans l'eau renouvelée.	dans l'eau confinée.
	jours	jours
Soleil grand simple	110	»
Giroflée	20	»
Ricin sanguin	»	68
Vesce velue du printemps		45
Trèfle violet	»	32
Genêt d'Espagne	»	30
Chanvre		12
Maïs	»	10
Sarrasin	»	3

» On voit que les graines se comportent très diversement par rapport à l'immersion dans l'eau. Il en est qui résistent à peu près le même temps dans l'eau renouvelée et dans l'eau confinée (Lin, Pavot). D'autres résistent mieux dans l'eau renouvelée (Moutarde, Fenouil, Millet, Anis vert, Betterave, Bouillon blanc, Tomate, Poireau, Bourrache). D'autres enfin résistent plus dans l'eau confinée (Mauve, Blé, Avoine, Asperge).

» J'ai fait aussi quelques expériences sur l'influence d'immersions *peu prolongées* sur le pouvoir germinatif des graines placées les unes dans l'eau courante, les autres dans l'eau confinée. De ces expériences il résulte que l'immersion dans l'eau confinée amène des perturbations graves dans le pouvoir germinatif. Celui-ci est toujours plus faible, ou, tout au plus, égal, dans l'eau confinée que dans l'eau courante. C'est ainsi que le pouvoir germinatif, après une immersion de vingt-quatre heures, s'est montré :

Pour le	Sarrasin	de 81	dans l'eau courante et de	55	dans l'eau confinée
»	Blé	de 99,6	»	64	»
»	Maïs	de 85	»	84	»
»	Pois	de 98	»	94	»

» Pour une immersion de quarante-huit heures, le pouvoir germinatif s'est montré :

Pour le	Sarrasin	de 70	dans l'eau courante et de	52	dans l'eau confinée
»	Blé	de 100	»	97	»
»	Maïs	de 89	»	80	»
»	Pois	de 97	»	85	»

» Les mêmes expériences montrent que, pour certaines graines, l'immersion dans l'eau confinée ne se borne pas à diminuer le pouvoir germi-

natif; elle retarde en outre la germination. Par exemple, pour le Sarrasin placé dans l'eau courante, le plus grand nombre de semences germent dans les premières vingt-quatre heures de leur séjour au germoir. Au contraire, pour celles placées dans l'eau confinée, le plus grand nombre ne germent que le second jour. »

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance des roches éruptives dans les Alpes françaises.* Note de MM. W. KILIAN et P. TERMIER, présentée par M. Michel Lévy.

« Le but de cette Note est de signaler quelques faits nouveaux relatifs aux formations éruptives des Alpes françaises et résultant de nos observations récentes. Ces contributions à l'étude des roches alpines peuvent être résumées comme suit :

» I. Existence de *Microdiorites* dans la haute vallée de la Clarée (Chalets du Jadis, etc.).

» Ces roches forment là une série d'affleurements importants qui se relient, par les gisements de Queyrellin, à ceux qu'Élie de Beaumont et Ch. Lory ont successivement décrits sous le nom de *Roche feldspathique* et de *Porphyre dioritique* au col du Chardonnet, et qui ont la même composition (Microdiorites); elles forment des filons-couches nombreux dans les grès houillers du Briançonnais septentrional.

» II. Réapparition d'un Granite du type *Granite du Pelvoux*, sur la rive gauche de la Durance, au Plan-de-Phazy, près Mondauphin (Hautes-Alpes).

» III. Accumulation locale de *galets de Porphyres pétrosiliceux* (*Felsophyres*), dans les conglomérats priaboniens à petites Nummulites de la région d'Allos (Basses-Alpes), indiquant l'existence probable de filons porphyriques sous les dépôts tertiaires du bassin du haut Var.

» IV. Présence de galets de Microgranite et de Porphyre quartzifère, d'un type encore inconnu dans les Alpes françaises, parmi les éléments des conglomérats miocènes marins des environs de Grenoble, où ils sont accompagnés de roches manifestement alpines [Spilites (Mélaphyres), Protogine, Quartzites permiens, etc.].

» V. Découverte, dans les dépôts quaternaires (alluvions anciennes, glaciaire) de diverses localités, d'un certain nombre de roches éruptives ou de variétés non encore signalées *in situ* dans la région (*Orthophyre amphibolique à quartz, Mandelstein, Diorite orbiculaire,* etc.).

» L'existence de ces roches permettra de préciser, lorsque leurs affleurements seront connus, le parcours qu'ont suivi les courants fluvio-glaciaires dans certaines parties de nos Alpes.

» VI. Les pointements de *roches vertes* (Gabbros altérés et transformés par dynamométamorphisme) du mont Pelvas (Garavas des Italiens) et du Bric-Bouchet, dans le Haut-Queyras, nous ont fourni une série de types intéressants tels que : Schistes à zoïzite, sphène, chlorite, actinote; Schistes à trémolite et séricite, à glaucophane, épidote et albite; roches albilifères à zoïzite, etc.; et, à Villanova, dans la haute vallée du Pellice, une roche à chlorite, actinote, épidote, zoïzite, albite et sphène avec quartz. Tous ces types proviennent de l'altération et de la *transformation* des roches basiques.

» Des filonnets, traversant les Gabbros du Pelvas, contiennent des minéraux bien cristallisés, tels que : albite-oligoclase à 12 pour 100 d'anorthite (commune), épidote grise, zoïzite jaune, zoïzite rose, prehnite, trémolite, etc. »

GÉOLOGIE. — *Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny, près Vernon.* Note de M. **Gustave-F. Dollfus**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les explorations pour l'établissement d'une nouvelle édition de la Carte géologique d'Évreux au $\frac{1}{80000}$ m'ont amené à reconnaître la présence d'un dépôt important de tuf à Montigny, près Vernon (Eure).

» Ce tuf est adossé dans sa partie haute, vers l'altitude de 75^m, à la Craie blanche à *Echinocorys vulgaris* et il paraît reposer dans sa partie basse, vers l'altitude de 40^m, sur les graviers diluviens de la vallée de la Seine; les contacts même ne sont pas visibles. Les fossiles qu'il renferme permettent de fixer son âge; une petite carrière récemment ouverte, près d'une nouvelle route montant au plateau, m'a montré des couches farineuses irrégulièrement endurcies, riches en empreintes végétales (noisetier, saule, buis, figuier) et en coquilles de Mollusques bien conservées. Les espèces principales sont *Zonites acieformis* Klein, *Helix Chouqueti* Tourn., *Helix nemoralis* L. var., *Helix obvoluta* Mull., *Helix rotundata* Mull., *Helix lapicida* L., *Hyalina glabra* Studer, *Cyclostoma lutetianum* Bourg., *Clausilia laminata* Mtg., *Carychium tridentatum* Bourg., *Acme Dupuyi* Palad., *Cœcilianella acicula* Mull.; plusieurs espèces indéterminées de *Clausilia*, *Succinea*, *Hyalina*.

» Cette faune est la même que celle trouvée dans le tuf de la Celle, près Moret, et qui a été étudiée avec succès, il y a une vingtaine d'années, par R. Tournouër; plus récemment, M. Munier-Chalmas en a repris l'étude.

» On peut la classer dans le quaternaire supérieur. La majeure partie de ces coquilles ne vivent plus actuellement dans la région environnante, mais sont émigrées au Midi; d'autres sont éteintes; elles dénotent un climat sensiblement plus chaud que le climat actuel, et leurs analogues sont vivantes dans les parties méridionales de la France.

» Le tuf de Montigny paraît dû à une source très abondante, encore existante, qui, dès son apparition, met en mouvement une série de moulins échelonnés sur le flanc du coteau; cette source sort, vers l'altitude de 78^m, d'une couche de sables fins, gris et jaunes, appartenant à l'âge des sables de Cuise et situés à la base du calcaire grossier, au contact de l'argile du Soissonnais qui forme un niveau de base imperméable. Au-dessus du calcaire grossier, on trouve successivement en montant : des grès argileux verdâtres appartenant aux sables moyens, un calcaire blanc fossilifère avec argile verdâtre de l'horizon du calcaire de Saint-Ouen, puis le calcaire de Champigny, l'argile verte, le calcaire meulier de Brie; enfin un revêtement irrégulier, sur le plateau, de sables granitiques renfermant des débris de sables de Fontainebleau et de meulière de Beauce.

» La grande faille de Vernon, qui est franchement synclinale, coupe le village de Montigny, mais elle paraît étrangère et bien antérieure au tuf. Toute une série de sources, donnant une eau très calcaire, surgissent entre Bizy et Saint-Pierre-d'Autils, dans les mêmes conditions; elles proviennent de l'infiltration des eaux dans le long plateau anticlinal entre l'Eure et la Seine (anticlinat de Beynes) et se trouvent arrêtées à mi-hauteur par l'horizon des argiles du Soissonnais. Ces eaux se perdent dans la craie après un faible parcours, bien avant d'atteindre la Seine.

» La durée de formation du tuf de Montigny a dû être fort longue, étant donnés son épaisseur et les gros bancs solides qui affleurent le long de la rue des Moulins et qui ont été autrefois exploités; peut-être la faune et la flore peuvent présenter des différences dans cette hauteur; la zone qu'il nous a été possible d'étudier appartient à la partie moyenne.

» L'intérêt du gisement de Montigny, près Vernon, ressort encore de la liaison qu'il apporte entre le gisement de la Celle-sous-Moret, situé en amont, et le gisement de Saint-Pierre-lès-Elbeuf, situé en aval, gisements dont la faune est identique, ce qui permet de généraliser les conditions stratigraphiques et météorologiques dans lesquelles s'est trouvé le bassin

de Paris lors du Pléistocène supérieur, pendant la période qui a précédé immédiatement la nôtre. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron et les infiltrations des plateaux de tuf.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Gaudry.

« Le 29 mars 1897, à 7^h du matin, le plateau de tuf haut de 8^m à 10^m, sur lequel est bâti le village de Saint-Pierre-de-Livron, près Caylus (Tarn-et-Garonne), s'effondrait en partie dans la vallée de la Bonnette, écrasant deux maisons, entraînant un coin du cimetière et menaçant même l'église.

» D'après les renseignements fournis par un observateur sérieux et compétent, M. Mathet, pharmacien à Saint-Antonin, trois causes paraissent avoir déterminé l'accident :

» 1° L'infiltration des eaux sous la masse de tuf, révélée par la découverte d'une petite grotte à stalactites, mise à jour à la suite de l'éboulement;

» 2° L'abondance des pluies de l'hiver 1896-1897;

» 3° L'exploitation imprudente des bancs de tuf de Saint-Pierre, qui n'aurait pas été entourée de toutes les précautions nécessaires.

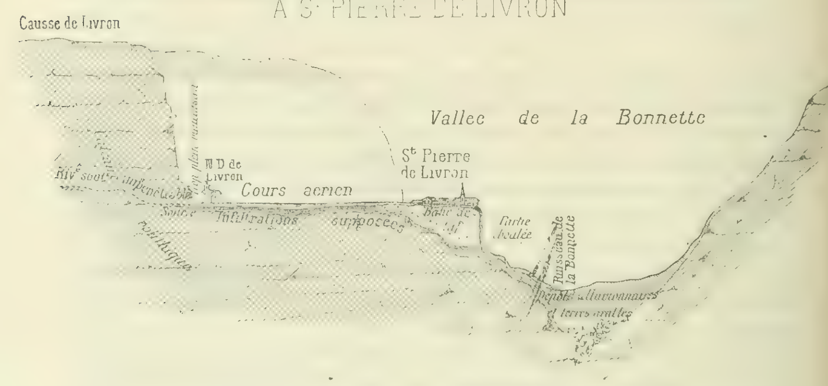
» Il y a certainement un enseignement géologique très utile à tirer de l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron. La coupe ci-contre, due à M. Mathet, montre comment le plateau de tuf a été formé par les dépôts aériens de la source très calcarifère (¹) de Notre-Dame-de-Livron, qui sort du pied du Causse de Livron, en amont de Saint-Pierre (²). Or tout récemment, M. Félix Mazauric a démontré, par l'étude approfondie des grottes très accidentées de la Boudène (Gard) (³), entièrement situées dans le tuf, que la nature poreuse de cette substance peut permettre aux eaux de s'infiltrer entre la base d'un dépôt de tuf et le sommet de son substratum plus compact. J'avais déjà observé le même fait en 1893 à la Perte de l'Argens (Var) (*Les Abîmes*, p. 421). C'est ce qui s'est produit à la Boudène et, sans doute, aussi à Saint-Pierre-de-Livron. Et ces deux localités nous ap-

(¹) Voir Belgrand, *Sur la formation des tufs* (*Bull. Soc. géolog.* Réunion de Montpellier, p. 331; 1868).

(²) Voir mes *Abîmes*, p. 254.

(³) *Bulletin de la Société de Spéléologie*, n° 3, p. 87; 1895.

prennent que les habitations ou villages, si nombreux, bâtis sur ou sous des falaises de tuf ne sont rien moins qu'à l'abri de quelque cataclysme plus plus ou moins prochain.



» Un des principaux bourgs de l'Aveyron, Salles-la-Source, est pareillement édifié, dans un des plus pittoresques sites de la France, sur trois immenses terrasses de tuf, étagées à l'issue de la rivière souterraine du Tindoul-de-la-Vayssière (¹) : précipitée en cascades dès sa venue au jour, cette rivière, a, depuis des siècles, redéposé sur ces trois gradins le carbonate de chaux qu'elle avait enlevé par dissolution aux parois de son tunnel calcaire pendant son long parcours intérieur; de nombreuses usines utilisent maintenant la force motrice de ses chutes successives. Or il est fort possible qu'une partie de la rivière s'écoule souterrainement sous la masse même des tufs de Salles-la-Source (où il existe déjà de petites grottes) et qu'un jour une catastrophe survienne là comme à Saint-Pierre-de-Livron. Assurément il ne saurait être question de déplacer ni d'abandonner un bourg de cette importance, mais il serait bon que les habitants et industriels de Salles (et des localités situées dans des conditions semblables) prissent note de l'avertissement fourni par Saint-Pierre et s'abstinssent complètement de tous travaux souterrains et de toute exploitation de carrières dans

(¹) Voir *Comptes rendus*, 7 novembre 1892.

les tufs de leur sous-sol. L'attention du Service des mines et carrières devrait être appelée sur ce point, si nouvellement mis en lumière. »

EMBRYOLOGIE. — *Notes embryologiques sur la migration des ganglions spinaux.* Note de M. A. CANNIEU.

« Après leurs premiers stades de développement bien étudiés par His, Marsahl, Henneguy, Lenhosseck, les ganglions spinaux ont été peu suivis dans leur évolution ultérieure.

» Mes recherches ont porté non seulement sur les Vertébrés supérieurs (Homme, Mammifères et Oiseaux), mais encore sur les Batraciens et les Poissons osseux.

» Il m'a semblé intéressant de rechercher les rapports des ébauches ganglionnaires spinales avec les formations constituant plus tard la colonne vertébrale, c'est-à-dire avec le sclérotome, ainsi qu'avec les segments primordiaux ou myotomes.

» Chez tous les embryons des animaux, plus haut cités, le ganglion descend entre la moelle épinière d'une part et le sclérotome de l'autre (la première en dedans, le second en dehors), et non, comme certains l'ont avancé, entre le sclérotome et le myotome. Chez des embryons assez âgés, en effet, on peut observer que les amas de cellules ganglionnaires sont complètement enfermés dans l'ébauche cartilagineuse de la colonne vertébrale. Ces ganglions occupent successivement des places différentes dans le développement ontogénique des divers groupes. Ils sont d'abord situés au niveau de la portion dorsale de la moelle, puis ils cheminent vers les parties latérales pour sortir enfin chez certains (Homme, Oiseaux) par les trous de conjugaison ([1]).

» Chez le Poulet, où ce fait a surtout été bien étudié par nous, la partie distale ganglionnaire sort de la colonne vertébrale vers le huitième ou le neuvième jour, et chez la Truite on observe le même fait sur des embryons de $1^{cm},5$.

» D'après cette description, on voit combien remarquable est la migration que subissent les ganglions spinaux. Mais, indépendamment de l'intérêt qui s'attache à une pareille migration et aux rapports de ces organes vis-à-vis des formations embryologiques primitives, les faits dont nous

---

([1]) Ce dernier stade n'a pas été suivi chez les autres espèces et les autres groupes.

venons de parler nous permettent encore d'apporter de nouveaux éléments pour la solution d'une question théorique du plus haut intérêt.

» Entre les ganglions spinaux et cérébraux, il restait, malgré les recherches de His, de Marsahl, de Van Gehuchten et de Kölliker, un dernier point à élucider encore, constituant une différence essentielle entre les uns et les autres : c'est que les premiers sont enfermés dans l'enveloppe osseuse (dans le crâne), tandis que les seconds sont placés plus ou moins à l'extérieur (en dehors de la colonne vertébrale). Mes recherches ont l'avantage de faire disparaître ces différences et de démontrer que, primitivement, chez l'embryon des Poissons osseux, des Batraciens, des Oiseaux, des Carnassiers et de l'Homme, ces ganglions sont complètement enfermés dans l'enveloppe scléreuse de la moelle. Ce n'est que plus tard, *secondairement par conséquent,* dans la suite du développement, que les ganglions spinaux sortent de l'intérieur de la colonne vertébrale.

» Leur situation en dehors de cet organe a, pensons-nous, peu d'importance puisqu'elle relève d'un caractère secondairement acquis. Primitivement (et c'est là un fait capital), les ganglions des nerfs craniens et des nerfs spinaux occupent l'intérieur de l'enveloppe scléreuse. On peut donc établir entre eux des homologies absolument complètes et parfaites, même à ce point de vue. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des matières albuminoïdes contenues dans les farines des légumineuses et des céréales.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans un précédent travail [1] j'ai montré comment l'action de la baryte en vase clos sur les matières albuminoïdes extraites des farines de légumineuses permet de prévoir que ces matières doivent être formées d'un mélange de divers produits, ayant, les uns une constitution chimique qui les classe dans la catégorie de la légumine, les autres une constitution qui, au contraire, les classe dans la famille du gluten. J'ai indiqué, à cette époque, les différences sensibles qui permettent de ranger les unes et les autres de ces substances dans des catégories distinctes.

» Je voudrais montrer aujourd'hui que, en employant les réactifs et les moyens que j'ai étudiés précédemment pour la séparation des principes

---

[1] *Thèse de doctorat*, p. 41 et suiv.

immédiats azotés contenus dans les farines des diverses céréales, on peut, en effet, isoler des graines de légumineuses diverses matières protéiques, différentes par leurs propriétés physiques et chimiques, jouant dans l'industrie de la meunerie et de la boulangerie un rôle qui, jusqu'à présent, n'a pas reçu d'explication.

» C'est sur la plus importante de ces farines de légumineuses, la farine de féverole, que se sont concentrées mes études.

» Les farines de féverole sont très riches en matières azotées : elles en contiennent généralement de 25 à 32 pour 100. Ces matières peuvent être rapidement séparées en deux classes principales : les unes, légumine et albumine végétale, sont, en effet, solubles dans l'eau distillée; les autres, insolubles dans ce véhicule, sont solubles, au contraire, dans l'eau alcalinisée soit par la potasse, soit par la soude caustique.

» Les matières azotées insolubles constituant celles qui, d'après leurs propriétés, doivent être rangées dans la famille du gluten, j'ai voulu m'assurer que, comme je l'ai montré pour les farines des céréales diverses, ce gluten est encore ici formé par ses deux principes immédiats principaux, la gluténine et la gliadine. L'application de la méthode que j'ai exposée dans une précédente Communication ([1]) m'a montré qu'il en est bien ainsi et j'ai pu isoler de la farine de féverole, notamment, un produit présentant tous les caractères de la gliadine, la gluténine restant mélangée à l'amidon insoluble dans le réactif employé.

» Ces faits étant acquis, j'ai, par un procédé qu'il serait trop long de décrire ici et qui trouvera sa place dans un Mémoire complet sur la question, séparé ces différents produits azotés ainsi classifiés; je les ai pesés, et la composition, examinée à ce point de vue, d'une farine de féverole peut être exprimée de la manière suivante :

Matières azotées totales.		*Composition du gluten* = 11,92.	
Légumine	18,92	Gluténine	9,52
Albumine végétale	0,20	Gliadine	2,40
Gluten	11,92		
Total	31,04		

» Mais on sait que la légumine a toutes les propriétés d'une caséine végétale. Au point de vue qui nous occupe, il faut retenir qu'elle se précipite sous la forme d'une poudre inerte par la neutralisation des liqueurs qui la contiennent en dissolution et que, dans l'emploi que nous allons en faire tout à l'heure, elle se comporte absolument comme je l'ai indiqué pour la gluténine.

» L'albumine végétale, au contraire, ne se coagulant qu'à température élevée, a les mêmes effets que la gliadine dont j'ai signalé les propriétés caractéristiques.

» Si donc, dans le Tableau précédent, on rapproche les uns des autres les produits ayant des propriétés physiques identiques, si l'on rapporte à 100 les chiffres cités, la

([1]) *Comptes rendus*, 3 août 1896.

composition des matières azotées de la farine de féverole peut s'exprimer de la manière suivante :

Caséines végétales	Légumine	60,95	91,60
	Gluténine	30,65	
Fibrines végétales	Albumine......	0,64	8,40
	Gliadine.......	7,76	
	Total		100,00

» D'une manière générale, on peut donc dire que la farine de féverole est très riche en matières azotées, ces matières ayant une composition immédiate analogue à celles qu'on peut extraire des céréales autres que le blé, dont le gluten est inextractible par les procédés ordinaires de malaxage sous un courant d'eau.

» Ce qui précède étant établi, je me suis demandé quel rôle peut jouer, en boulangerie, la farine de féverole. On sait, en effet, et c'est là une pratique autorisée, que l'on additionne de 2 à 3 pour 100 de ce produit certaines farines de blé dont il faut corriger les défauts. Cette addition se pratique assez couramment dans le nord de la France.

» Dans un Travail précédent, j'ai montré [1] que la valeur boulangère des farines de bonne qualité est liée directement à la composition immédiate du gluten et que cette valeur est d'autant plus grande que la composition de ce gluten se rapproche plus de celle indiquée ci-dessous :

Gluténine..............................	25
Gliadine................................	75

» Or j'ai eu l'occasion de m'assurer, à différentes reprises, que les farines de blé pour lesquelles il est nécessaire de faire intervenir en mélange, pendant le pétrissage, la farine de féverole possèdent, en général, peu de gluten, 7 à 8 pour 100, ce gluten ayant la composition :

Gluténine...............	18 à 22 pour 100
Gliadine.................	78 à 82 pour 100

» De telles farines ne donnent, à la panification, que des pains plats, et, par conséquent, d'une grande compacité.

» J'ai, dès lors, pensé que le rôle joué par la farine de féverole avait pour but, la légumine se précipitant nécessairement dans le milieu acide créé par le pétrissage et la fermentation panaire, de remédier au défaut communiqué aux farines par l'excès de gliadine qu'elles contiennent dans

[1] *Comptes rendus*, 9 novembre 1896 et 3 mai 1897.

ce cas en ramenant le rapport $\frac{\text{gluténine}}{\text{gliadine}}$ aussi près que possible de la valeur la plus favorable, soit $\frac{25}{75}$.

» Un calcul simple montre qu'il en est bien ainsi. Si, en effet, à une farine contenant 7,5 pour 100 de gluten ayant la composition centésimale :

Gluténine	20
Gliadine	80

on ajoute 2 pour 100 de la farine de féverole dont je viens de donner la composition, après cette addition, la farine contiendra 8,10 pour 100 de gluten ayant la composition :

Gluténine	25,30
Gliadine	74,70

» On pourra s'assurer qu'il en est de même si l'on ajoute 3 pour 100 du même produit à une farine de blé dont le gluten contient :

Gluténine	18
Gliadine	82

» Telle est l'explication scientifique du rôle joué par les farines des légumineuses, rôle correctif, passé depuis longtemps dans la pratique sans qu'on en connût la raison. Je puis encore ajouter que la farine de riz, dont j'ai aussi étudié précédemment la composition, employée à la dose de 8 à 12 pour 100, produit des effets identiques. »

VITICULTURE. — *Sur les époques de traitement du black rot dans le sud-est de la France.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai fait connaître la marche générale des invasions du black rot dans les vignobles du sud-est de la France. Mon intention, aujourd'hui, est d'indiquer la relation qui existe entre les époques d'application des traitements cupriques et les résultats donnés par ces mêmes traitements.

» C'est à l'ignorance de cette relation qu'il faut attribuer l'habitude prise, ces dernières années, par certains viticulteurs, d'exagérer le nombre des

([1]) *Comptes rendus*, 8 novembre 1897.

traitements contre le black rot; il paraît aujourd'hui établi que beaucoup restaient sans effet utile. Les seuls traitements nécessaires sont ceux qui sont appliqués à certaines époques. Les expériences dont je vais résumer les résultats ont eu pour but la détermination de ces époques pour les régions du sud-est et celles à climat analogue. Elles ont été organisées en Beaujolais, dans un foyer intense de black rot, de la manière suivante : des parcelles de vignes recevaient des traitements en nombre variable; ces traitements étaient diversement combinés, c'est-à-dire que certaines parcelles recevaient le même nombre de sulfatages, mais à des époques différentes. La même expérience portait sur deux parcelles.

» Expériences de 1896. — *Époques des invasions :* 26 mai, 10 juin, 22 juin, 5 juillet, 18 juillet, 1er août, 17 août. *Époques des traitements :* 5 mai, 15 mai, 1er juin, 13 juin, 25 juin, 8 juillet, 18 juillet, 30 juillet.

» Le traitement effectué le 15 mai, alors que les bourgeons avaient de $0^m,15$ à $0^m,20$ de longueur, avait complètement préservé la Vigne de la première invasion. Les parcelles ayant reçu les traitements des 5 et 15 mai ne se trouvaient pas mieux protégées, ce qui indiquait l'inutilité du premier traitement, fait au moment où les pousses avaient environ $0^m,05$. Les parcelles ayant reçu seulement le traitement du 5 mai étaient beaucoup moins bien préservées. Les carrés qui n'avaient reçu aucun de ces deux traitements étaient très contaminés.

» Les traitements du 15 mai et du 1er juin ont été nécessaires pour arrêter l'invasion du 10 juin. Le sulfatage du 13 juin a mis les vignes à l'abri de l'attaque du 22 juin, qui a taché quelques feuilles à l'extrémité des rameaux privés de ce dernier traitement. Mais cette opération n'a pas paru utile au point de vue de la préservation définitive de la récolte, puisque le sulfatage du 25 juin a permis de se défendre parfaitement des attaques des 5 et 18 juillet sur les feuilles et les fruits. De même, les traitements supplémentaires des 8 et 30 juillet sont restés sans action sensible, car les parcelles sulfatées seulement le 18 juillet n'ont subi aucun dégât.

» En somme, en 1896, avec quatre sulfatages exécutés successivement le 15 mai, le 1er juin, le 25 juin et le 18 juillet, la récolte a été entièrement sauvée.

» Expériences de 1897. — *Époques des invasions :* 28 mai, 23 juin, 6 juillet, 20 juillet, 4 août. *Époques des traitements :* 1er mai, 12 mai, 20 mai, 2 juin, 26 juin, 3 juillet, 17 juillet, 3 août.

» La première invasion sur les feuilles, du 28 mai, a été arrêtée d'une façon complète par le traitement du 12 mai. Le traitement du 1er mai, ajouté au précédent, est resté sans effet appréciable; appliqué seul, ou combiné avec le traitement du 20 mai, il a été tout à fait insuffisant. Quant aux parcelles traitées seulement à cette dernière date, elles étaient aussi frappées que les Vignes témoins.

» Le sulfatage du 2 juin, ajouté à celui du 12 mai, a empêché l'invasion du 23 juin; le traitement du 20 mai s'est montré inutile. Les carrés ayant été sulfatés ensuite le 26 juin et le 17 juillet ont perdu 2 pour 100 de leur récolte. Une remarque est à faire ici. Le 2 juillet, la grêle est tombée sur la région; or les lésions causées par les grê-

lons sur les feuilles et les fruits rendent la Vigne plus accessible aux maladies cryptogamiques. C'est ce qui explique la perte de 2 pour 100 subie dans les parcelles sulfatées le 17 juillet seulement, soit quinze jours après la grêle. La récolte était indemne dans celles qui avaient reçu un traitement, appliqué exclusivement sur les fruits, le 3 juillet. Le sulfatage du 3 août n'a pas eu d'action.

» En résumé, dans cette seconde année d'expériences, j'ai pu sauver 98 pour 100 de la récolte, malgré la grêle, qui rend la défense plus difficile, avec quatre traitements faits aux époques ci-après : 12 mai, 2 juin, 26 juin, 17 juillet. La préservation a été complète avec un sulfatage supplémentaire sur les raisins, le 3 juillet.

» Sur huit traitements, exécutés en 1896 et 1897, quatre se sont montrés nécessaires et suffisants. Mais les dates d'application de ces sulfatages offriraient peu d'intérêt si elles ne correspondaient à des états de développement de la Vigne, d'une appréciation facile pour le vigneron.

» En effet, lesdits sulfatages ont été faits : le premier, lorsque les rameaux avaient de $0^m,15$ à $0^m,20$ de longueur; le deuxième, au moment où quelques fleurs commençaient à s'ouvrir; le troisième, après la fin de la floraison; le quatrième, alors que les grains avaient atteint les deux tiers de leur volume définitif.

» En rapprochant de ces trois dernières époques les dates de développement du black rot, on voit que certains de ces traitements ont été faits peu avant ou peu après le début de certaines invasions. Mais cette concordance n'était pas nécessaire pour la réussite d'un traitement. Si je crois, comme MM. Couderc et Prunet, qu'un sulfatage, fait immédiatement après une invasion, agit contre l'invasion suivante, ces expériences ont prouvé qu'il n'était pas nécessaire de faire suivre chaque invasion d'un traitement. Le même traitement peut agir contre plusieurs invasions.

» Il est seulement indispensable que du cuivre se trouve sur les organes verts de la Vigne au fur et à mesure de leur croissance et notamment aux périodes critiques qui sont, pour le Sud-Est et le Centre, la quinzaine qui suit la floraison et la deuxième quinzaine de juillet.

» Ce résultat est obtenu, d'une façon satisfaisante, par l'application de traitements aux époques ci-dessus indiquées.

» Ces époques, qui se trouvent ainsi établies expérimentalement, seront plus faciles à saisir, notamment pour les viticulteurs du Sud-Est encore peu familiarisés avec le black rot, que les apparitions successives de la maladie.

» Si, à la suite de circonstances exceptionnelles, une attaque soudaine se déclarait, un traitement supplémentaire serait aussitôt donné. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Un pôle magnétique local en Europe.*

M. **Mascart** a reçu de M. *Venukoff* l'information que M. Leïst, professeur à Moscou, a trouvé à Kotchétovka, village du gouvernement de Koursk (Russie), un pôle magnétique, c'est-à-dire un point où l'aiguille aimantée prend la direction verticale. Il suffit de s'éloigner de ce point à la distance de 20^m pour que la direction de l'aiguille change de 1°. Pour la déclinaison, le point observé est indifférent, c'est-à-dire que l'aiguille horizontale reste en équilibre dans tous les azimuts.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre survenu le* 6 *mai* 1898. Documents communiqués par M. **Lœwy**.

M. le Dr *Frilley* télégraphie de Dôle (Jura) :

« Tremblement de terre, Dôle, $1^h 13^m$. Secousse séismique de bas en haut. »

M. *Jérôme de Duranti la Calade* écrit de Cuiseaux (Saône-et-Loire) :

« J'ai l'honneur de vous informer qu'aujourd'hui 6 mai, à $1^h 15^m$ du soir, nous avons ressenti une secousse de tremblement de terre.

» Elle a duré deux à trois secondes. Son orientation nous a semblé être du sud au nord. »

M. **Jules Morier** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Essais sur les divisibilités de la circonférence ».

M. **Ed. Spalikowski** adresse une Note sur « L'influence du sol et des eaux dans l'étiologie de la goutte en Normandie »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mai 1898.

Éléments de Botanique. I. Botanique générale. II. Botanique spéciale, par Th. Van Tieghem, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, Masson et Cie, 1898; 2 vol. in-16. (Offert par l'auteur.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. Tome quatrième. Année 1898. Fascicule n° 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-4°.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome II. N° 4. Avril 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Avril 1898. N° 4. Paris, 1898; 1 vol. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Mars et avril 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 2 fasc. in-8°.

Revue bryologique, Bulletin trimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques. N° 3. 1898. Caen, E. Lanier, 1898; 1 fasc. in-16. (Présenté par M. Gaudry.)

Monographie des Dréissensides fossiles et vivants, par M. Venukoff. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 vol. grand in-8° avec atlas. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours de M. Jules Richard, Docteur ès Sciences, chargé des travaux zoologiques à bord. Fasc. XII. Monaco, 1898; gr. in-4°. (Offert par le Prince de Monaco.)

Description géographique, géologique, minéralogique, paléontologique, palethnologique et agronomique des départements du Tarn et de Tarn-et-Garonne,

par ALFRED CARAVEN-CACHIN, Lauréat de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les États-Unis sismiques, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles,* t. V, mars 1888.) Genève, 1898; 1 br. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences). Juin 1898. Directeur : JOSEPH VINOT. Paris, E. Soudée; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

Séance du 25 avril 1898.)

Note de M. *V. Thomas,* Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique :

Page 1214, ligne 12, *au lieu de* et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH^2)^x$, *lisez* et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH)^x$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Souillart*, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

M. le **Président** rappelle les importants travaux de M. Souillart sur les satellites de Jupiter et se fait l'interprète des regrets que cause à l'Académie la mort de ce savant modeste et laborieux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'impossibilité de certaines séries de groupes de points sur une surface algébrique.* Note de M. **Émile Picard**.

« On peut trouver, comme on sait, sur une courbe algébrique une série de groupes de n points dépendant de n paramètres, et correspondant uni-

formément à des fonctions abéliennes (non dégénérescentes) de n variables $u_1, u_2, \ldots, u_n$, c'est-à-dire de telle manière qu'à un système de valeurs des u ne corresponde en général qu'un groupe et que, inversement, à un groupe arbitraire de la série ne corresponde qu'un seul système de valeurs des u, abstraction faite des périodes. Le nombre n, comme il est classique, est égal au genre p de la courbe.

» Une question analogue peut être posée pour les surfaces algébriques. *Est-il possible de trouver sur certaines surfaces algébriques des séries de groupes de n points,* dépendant de $2n$ paramètres, et correspondant uniformément à des fonctions abéliennes (non dégénérescentes) de $2n$ variables u_1, $u_2, \ldots, u_{2n}$, c'est-à-dire de telle manière qu'à un système de valeurs des u ne corresponde en général qu'un seul groupe, et que, inversement, à un groupe arbitraire de la série ne corresponde qu'un seul système des u, aux périodes près? Cette circonstance peut se présenter pour $n = 1$, et l'on a alors des surfaces hyperelliptiques. Il paraissait vraisemblable que, pour d'autres valeurs de n, on aurait des classes de surfaces algébriques jouissant de la propriété indiquée. *En réalité, il n'en existe pas;* c'est ce que je me propose de montrer dans cette Note.

» Considérons donc la surface

$$f(x, y, z) = 0 \qquad \text{(de degré } m\text{)},$$

et, en supposant $n > 1$, soient $(x_1, y_1, z_1), \ldots, (x_n, y_n, z_n)$ les coordonnées de n points arbitraires de cette surface. En désignant par $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{2n+1}$ des fonctions rationnelles arbitraires symétriques des x, y, z en nombre $2n+1$, on aura une hypersurface

$$F(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{2n+1}) = 0,$$

dans l'espace à $2n+1$ dimensions, et cette hypersurface correspondra uniformément au groupe des n points. D'après les hypothèses faites, les coordonnées d'un point arbitraire de la surface F s'exprimeront uniformément par des fonctions abéliennes de $2n$ variables $u_1, u_2, \ldots, u_{2n}$, et l'on en déduit facilement que le genre géométrique de F est égal à *un*. De plus, la surface F aura $2n$ intégrales de différentielles totales de première espèce, dont l'inversion donnera les ξ et par conséquent le groupe des n points (x, y, z) en fonctions abéliennes des u. Il en résulte que la surface initiale f possédera $2n$ intégrales de différentielles totales de première

espèce linéairement indépendantes

$$(1) \qquad \int P_i\,dx + Q_i\,dy \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2n),$$

les P et Q étant rationnelles en x, y, z; et le groupe des n points sera donné par les $2n$ équations

$$(2) \quad \sum_{h=1}^{h=n} P_i(x_h, y_h, z_h)\,dx_h + Q_i(x_h, y_h, z_h)\,dy_h = du_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2n).$$

» Ceci posé, montrons que la surface f ne peut être d'un genre géométrique supérieur à l'unité. Soit, en effet,

$$(\alpha) \qquad \iint \frac{S(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z}$$

une intégrale double de première espèce de f. Formons l'intégrale multiple d'ordre $2n$

$$(3) \qquad \iint\cdots\int \frac{S_1 S_2 \ldots S_n}{f'_{z_1} f'_{z_2} \ldots f'_{z_n}}\,dx_1\,dy_1 \ldots dx_n\,dy_n,$$

où S_i et f'_{z_i} désignent respectivement $S(x_i, y_i, z_i)$ et $f'_{z_i}(x_i, y_i, z_i)$. On peut écrire

$$dx_1\,dy_1 \ldots dx_n\,dy_n = \frac{d\xi_1\,d\xi_2 \ldots d\xi_{2n}}{\dfrac{D(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{2n})}{D(x_1, y_1, \ldots, x_n, y_n)}},$$

et le déterminant fonctionnel qui figure au dénominateur est une fonction symétrique de $(x_1, y_1, z_1) \ldots (x_n, y_n, z_n)$. Remarquons d'ailleurs, en passant, que pareille circonstance ne se présenterait pas dans le cas d'une courbe, et d'une manière plus générale dans le cas d'une fonction algébrique d'un nombre impair de variables indépendantes.

» Il résulte de là que l'intégrale (3) est de la forme

$$\iint\cdots\int \Theta\,d\xi_1\,d\xi_2 \ldots d\xi_{2n},$$

où Θ est une fonction rationnelle symétrique de $(x_1, y_1, z_1) \ldots (x_n, y_n, z_n)$. Elle est donc une intégrale multiple d'ordre $2n$ de première espèce pour la surface F. Si f est de genre supérieur à *un*, il est clair alors que l'on pourra former pour l'hypersurface F plus d'une intégrale multiple d'ordre $2n$ de première espèce.

» Le genre géométrique de f est donc au plus égal à *un;* mais, d'autre part, il ne peut être égal à *zéro*. On a, en effet, l'identité relative à toute surface possédant deux intégrales de différentielles totales de première espèce

$$P_i Q_k - P_k Q_i = \frac{M(x, y, z)}{f'_z},$$

où M est un polynome adjoint d'ordre $m - 4$. Si le genre de f était nul, on aurait

$$P_i Q_k - P_k Q_i = 0;$$

par suite, les $2n$ intégrales (1) seraient fonctions les unes des autres, et les $2n$ équations (2) ne pourraient être distinctes.

» En désignant donc, comme plus haut, par (α) l'intégrale double de première espèce relative à la surface f de genre *un*, nous aurons les identités

$$P_i Q_k - P_k Q_i = A_{ik} \frac{S(x, y, z)}{f'_z},$$

les A_{ik} étant des constantes qui ne sont pas toutes nulles.

» Considérons trois intégrales linéairement indépendantes parmi les intégrales (1) correspondant à $i = 1, 2, 3$. Nous pouvons, par exemple, supposer que

$$P_1 Q_2 - P_2 Q_1 = C \frac{S(x, y, z)}{f'_z},$$

C étant une constante différente de zéro, et soient

$$P_2 Q_3 - P_3 Q_2 = A \frac{S}{f'_z}, \qquad P_3 Q_1 - P_1 Q_3 = B \frac{S}{f'_z},$$

A et B étant deux constantes qui peuvent être nulles. De ces identités on conclut

$$AP_1 + BP_2 + CP_3 = 0,$$
$$AQ_1 + BQ_2 + CQ_3 = 0,$$

et ces relations sont inadmissibles, puisque les trois intégrales de différentielles totales considérées sont linéairement indépendantes. Nous arrivons donc à une contradiction, et le théorème énoncé est établi. *En dehors des surfaces hyperelliptiques, le problème classique de l'inversion ne peut s'étendre à des équations de la forme* (2). »

CHIMIE. — *Sur quelques causes d'incertitude dans le dosage précis de l'acide carbonique et de l'eau dilués dans de grands volumes d'air ou de gaz inertes;* par M. **Armand Gautier** ([1]).

« Lorsqu'au cours de mes recherches sur les gaz carbonés de l'atmosphère j'ai voulu priver l'air de sa vapeur d'eau et de l'acide carbonique préexistant pour doser ensuite les très petites quantités de ces mêmes corps pouvant se former au contact de l'anhydride iodique ou de l'oxyde de cuivre porté au rouge, j'ai été surpris de ne pas obtenir de résultats satisfaisants.

» L'air préalablement décarboniqué sur une longue colonne de perles de verre baignées de lessive de potasse, puis séché sur l'acide sulfurique bouilli, imprimait à de nouveaux tubes à chaux sodée et à acide sulfurique, placés à la suite comme témoins, des variations de poids tantôt positives, tantôt nulles, dès que les volumes de gaz circulants étaient un peu notables (50 litres à 100 litres).

» Ces observations ont été l'origine du présent travail.

» *Absorption et dosage de l'acide carbonique très dilué.* — L'absorption de l'acide carbonique par les alcalis caustiques est-elle complète? L'air, l'azote ou l'oxygène peuvent-ils être entièrement privés d'acide carbonique si celui-ci est dilué en cent mille fois, un million de fois, son volume de gaz inertes? C'est une question que les fondateurs de l'Analyse chimique s'étaient déjà posée et qu'ils avaient généralement résolue par la négative. J. Boussingault, dans son *Mémoire sur la possibilité de constater l'existence des miasmes et la présence d'un principe hydrogéné dans l'air* ([2]), écrivait :

» A première vue il paraît très facile de résoudre cette question (l'existence d'hydrocarbures dans l'air). On conçoit que, pour s'assurer de la présence d'hydrogène carboné, il suffirait de doser l'acide carbonique qui doit se former pendant la combustion de ce gaz. Eh bien! *la détermination d'une très petite quantité d'acide carbonique disséminée dans une grande masse d'air sec m'a présenté des difficultés qu'il n'a pas été encore en mon pouvoir de lever complètement.*

» Dumas et Stas dans leur célèbre Mémoire *Sur le véritable poids*

([1]) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. LXVII, p. 172; 1834.

atomique du carbone [1], ayant remarqué que, pour arrêter tout l'acide carbonique circulant dans une grande masse d'air ou d'oxygène, il ne suffit pas de bien laver ces gaz dans un condenseur de Liebig à lessive de potasse concentrée, le faisaient passer en outre dans plusieurs tubes en U, de 30 à 40 centimètres de long, pleins de pierre ponce humectée de la même liqueur, et ils observent :

» L'acide carbonique échappé au condenseur rempli de potasse liquide s'arrête presque entièrement dans le premier tube en U; *le second ne gagne que quelques milligrammes.*

» Si donc le passage du gaz à travers un grand tube de Liebig, puis un tube à ponce potassique de 40 centimètres de long est insuffisant, et si plusieurs milligrammes d'acide carbonique vont encore se condenser dans le troisième tube, on peut se demander si les décimilligrammes n'échappent point lorsque l'acide carbonique arrive à cet état de dilution extrême.

» Ce problème, en apparence indifférent pour les cas ordinaires, devient fort important s'il s'agit d'analyses très précises, telles que celles de l'air et de ses variations avec les lieux, les époques de l'année, l'état de l'atmosphère, etc.; les recherches de traces d'acide carbonique comme constat du début de certaines réactions; le dosage des petites quantités de ce gaz dérivant de la combustion des minimes proportions d'oxyde de carbone ou d'hydrocarbures pouvant être contenus dans l'air, etc.

» Voici mes observations à ce sujet. Si l'on fait circuler de l'air à travers un barboteur à potasse concentrée suivi de longs tubes à perles de verre mouillées de la même lessive, et qu'après avoir ainsi lavé l'appareil de son acide carbonique, on interpose, sur le trajet du gaz, un tube à eau de baryte demi-saturée et parfaitement limpide, après le passage de 4 litres à 6 litres d'air lavé à la potasse, l'eau de baryte louchit sensiblement et le trouble augmente peu à peu. Cette observation montre que l'eau de baryte est un excellent réactif pour reconnaître des traces d'acide carbonique diluées dans un grand volume de gaz inerte.

» Quelles sont les limites autour desquelles peuvent osciller les quantités d'acide carbonique qui échappent ainsi à la potasse? Pour le savoir, j'ai fait circuler lentement de l'air filtré sur laine de verre, d'abord dans un liebig à lessive de potasse ($d = 1,3$), puis dans un tube de $0^{m},80$ de long et de $0^{m},03$ de large, légèrement incliné, plein de perles de verre

---

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I; p. 5. Voir particulièrement p. 18.

mouillées de la même liqueur. Les gaz passaient alors dans un petit tube bourré, sur une longueur de $0^{m},30$, de laine de verre destinée à arrêter toute poussière de liquide qui aurait pu être entraînée; enfin il traversait un dernier liebig à potasse. Quand l'appareil était rempli d'air ainsi bien lavé dans l'alcali, on interposait, entre le tube à laine de verre et le dernier tube à potasse, un barboteur à cinq boules remplies, avec toutes les précautions voulues, d'eau de baryte titrée (environ $3^{gr},50$ par litre) parfaitement limpide. Ce barboteur contenait exactement 20^{cc} d'eau de baryte. Lorsqu'on eut fait circuler 4 litres d'air, la première boule avait déjà manifestement perdu de sa limpidité. Le trouble augmenta peu à peu sans aller au delà de la quatrième boule. Après avoir ainsi fait circuler en quarante-huit heures 90 litres d'air, on dosa l'alcalinité résiduelle de l'eau de baryte (1); on trouva ainsi que l'acide carbonique retenu par la baryte répondait, pour 90 litres d'air, à $0^{cc},87$ de HCl titré, correspondant à $0^{gr},0021$ de CO^2, c'est-à-dire à $0^{cc},972$ calculés à 0° et 760^{mm} (2). Ainsi, après un lavage soigné à la potasse, chaque litre d'air contenait encore $0^{mgr},023$ d'acide carbonique; la potasse avait laissé échapper $0^{cc},0108$ d'acide carbonique par litre, soit un volume égal aux 11 millionièmes environ de l'air circulant.

» Telles sont les proportions qui peuvent échapper quand on ne prend pas des précautions tout à fait minutieuses. Mais, même à ces dilutions dans l'air, la potasse peut encore agir sur l'acide carbonique; quant à l'eau de baryte, elle peut facilement manifester des quantités relatives au moins vingt fois plus petites. En exagérant les précautions, employant un barboteur spécial à serpentin de $0^{m},90$ de développement, et deux tubes à perles de verre tassées, noyées dans la potasse caustique sur une longueur de $1^{m},60$,

---

(1) On doit opérer ce dosage dans le barboteur même entièrement rempli d'air lavé à la potasse. L'eau de baryte doit avoir été titrée avec un acide chlorhydrique étendu de façon que 1 volume de celui-ci sature exactement 1 volume de l'eau de baryte employée. Les deux liqueurs sont mesurées successivement dans la même pipette. Elle porte trois traits au *zéro*, à 19^{cc} et 20^{cc}. Au moyen d'un caoutchouc, on arme l'extrémité de la pipette d'un petit tube de verre assez effilé et l'on compte le nombre de gouttes de HCl titré qui coulent du trait 19 au trait 20 placés sur la partie étroite de la pipette (dans notre cas, 35 gouttes par centimètre cube). Pour le dosage du CO^2, quand la baryte titrée a été traversée par l'air, on ajoute rapidement dans le barboteur qu'on agite, et au moyen de la pipette, 19^{cc} de HCl titré, puis l'on parfait le titrage, en présence d'une trace de phtaléine, en comptant les gouttes employées; elles donnent la fraction qui complète la neutralisation du dernier centimètre cube. On détermine ainsi le titre sans erreur sensible de volumes, à environ $\frac{1}{30}$ de centimètre cube près.

(2) On s'assura que ce léger précipité était bien formé de carbonate de baryte.

j'ai recueilli, dans un barboteur à eau de baryte à cinq boules placé à la suite, la faible quantité de $0^{cc},103$ d'acide carbonique par 100 litres d'air. Seules, la première de ces cinq boules à eau de baryte et la seconde, d'une façon douteuse, avaient louchi, dans ce second cas, démontrant ainsi que ce réactif arrête presque instantanément les moindres traces d'acide carbonique. Ces $0^{cc},103$ de CO^2 en 100 litres d'air représentent 103 volumes pour 100 millions, soit environ un millionième du volume de l'air circulant ([1]). Il est évident, puisque de si faibles proportions louchissent l'eau de baryte des deux premières boules et qu'elle reste tout à fait claire dans les autres, que la réaction est presque instantanée, et que la limite où ce réactif manifeste et arrête l'acide carbonique est encore loin d'être atteinte, même à ce degré de dilution extrême.

» Il suit de ces observations que, lorsqu'on voudra déterminer des quantités d'acide carbonique avec une approximation de un volume sur cent mille ou un million de volumes des gaz circulants, on devra employer le dispositif suivant : un premier tube à potasse caustique (liebig ou autre) qui absorbera la majeure partie de cet acide; un second tube de 12 à 15 cent. de long, rempli de cristaux d'hydrate de baryte très légèrement humecté d'eau, qui arrêtera les dernières traces de gaz carbonique. Je me suis assuré, en effet, qu'il suffit de ce simple dispositif pour enlever jusqu'aux moindres proportions d'acide carbonique, car un tube à cinq boules, muni d'eau de baryte, à 7^{gr} par litre, placé à la suite, n'a pas donné le

---

([1]) Je me suis demandé si ces traces d'acide carbonique qui semblent échapper à la potasse pourraient provenir non de ce que celle-ci n'absorbe pas tout l'acide carbonique sous ces grandes dilutions, mais de ce que l'air circulant, en agissant sur le caoutchouc qui lie les pièces de l'appareil, donnerait en s'oxydant un peu d'acide carbonique, ou encore de ce que ce dernier gaz proviendrait de l'air du dehors par diffusion à travers le caoutchouc lui-même, ainsi que Peyron l'avait dit autrefois (voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. III; p. 292). Pour m'en rendre compte, j'ai fait circuler durant quarante-huit heures à 14° près de 100 litres d'air, préalablement lavé à la potasse et à la baryte, dans un long tube de caoutchouc désulfuré aux alcalis, de 3^{mm} d'épaisseur, préalablement lavé à HCl, à l'eau et enfin séché à 100 dans l'air bien sec. (C'est celui dont je me sers toujours dans ces expériences.) Ces 100^{lit} d'air décarboniqué parcourant en deux jours et demi ce caoutchouc de $4^{m},50$ de long, n'ont donné, en barbotant à leur sortie dans un autre tube à eau de baryte, qu'un nuage à peine visible et tout à fait indosable. De bons caoutchoucs épais, reliant même en nombre les pièces d'un appareil où circule de l'air ou de l'oxygène, ne laissent donc pas passer d'acide carbonique par diffusion, ou n'en donnent qu'une trace absolument indosable en 100 litres en s'oxydant.

plus faible louche, même après le passage de 80 litres d'air ainsi décarbonique.

» On remarquera que les quantités d'acide carbonique qui échappent à la potasse et que fixe ainsi la baryte sont précisément de l'ordre de grandeur des volumes d'oxyde de carbone ou d'hydrocarbures que l'on peut avoir à doser dans l'air après leur oxydation par I^2O^5 ou CuO porté au rouge.

» *Dosage de l'eau.* — Depuis J. Boussingault, les chimistes ont l'habitude de dessécher les gaz sur la ponce ou l'amiante imprégnées d'acide sulfurique ([1]). C'est ainsi qu'ont opéré Dumas et Boussingault dans leur beau travail *Sur la véritable constitution de l'air.* Ils faisaient arriver sur le cuivre porté au rouge, destiné à enlever l'oxygène, l'air préalablement desséché sur l'acide sulfurique bouilli ([2]). Ainsi faisait aussi Brunner ([3]). C'est encore par l'acide sulfurique que Boussingault dessécha son air dans ses *Recherches sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air de Paris et de la campagne* ([4]). C'est enfin par le même moyen que Dumas et Stas séchèrent leur oxygène dans leur célèbre travail *Sur le véritable poids atomique du carbone* ([5]).

» On sait aujourd'hui qu'une trace d'humidité reste dans les gaz ayant circulé sur l'acide sulfurique. Mais, d'après les uns, cette trace serait très sensible; d'après d'autres (A. Favre) elle serait inappréciable, même en opérant sur 40^{lit} d'air, pourvu que le contact et le temps soient suffisants ([6]).

» J'ai voulu me renseigner sur ce point fort important pour mes recherches. L'air privé d'acide carbonique passait lentement (1 litre environ à l'heure) dans un barboteur à SO^4H^2, puis dans un tube en U garni sur 30^{cm} de long de ponce sulfurique préalablement privée de chlorures ([7]) et, de là, dans un tube à perles de verre imprégnées de SO^4H^2 récemment bouilli, de 20^{cm} de hauteur. Un tube à anhydride phosphorique, préalablement chauffé dans l'air sec à 250°, était placé à la suite, mais séparé du précédent par un tube étroit plein de laine de verre pour arrêter toute poussière liquide. On fit passer 80 litres d'air à 14°-16°. Le tube à P^2O^5 gagna $0^{mgr},3$, soit $0^{mgr},375$ par 100^{lit} d'air. Nous verrons tout à

([1]) Voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I; p. 16.

([2]) *Ibid.*, t. III, p. 264.

([3]) *Ibid.*, t. III, p. 310.

([4]) *Ibid.*, t. X, p. 457, Note et p. 470.

([5]) *Ibid.*, t. I, p. 17.

([6]) *Ibid.*, t. XII, p. 224.

([7]) Quatre fois portée au rouge en présence de SO^4H^2 et lavée chaque fois.

l'heure que ce chiffre doit subir une légère correction; en réalité, $0^{mgr},353$ d'eau seulement étaient restés en 100 litres d'air; ils avaient passé, à 15°, à travers une série de tubes d'une longueur totale de $1^{m},20$ garnis d'acide sulfurique concentré. Ce chiffre minime montre qu'il n'y a rien à changer aux conclusions de fait résultant des recherches fondamentales des auteurs que nous venons de rappeler.

» Dans les expériences de grande précision, c'est l'anhydride phosphorique préalablement chauffé vers 250° à 300° jusqu'à constance de poids dans un courant d'air bien sec qu'il convient d'employer pour dessécher les gaz. Mais ce n'est point là encore la difficulté principale qui m'a préoccupé. C'est bien plutôt la suivante :

» Quand de grands volumes de gaz, tels que l'air, ont barboté à travers une série de tubes à ponce, asbeste, perles de verre, etc., chargées d'acide sulfurique concentré, ces gaz n'emportent-ils pas avec eux, outre la très petite quantité d'eau qui échappe, une certaine proportion d'acide sulfurique en vapeur (1)? L'acide sulfurique concentré aurait-il, à la température ordinaire, une tension de vapeur entièrement nulle? Et au cas où il n'en serait pas ainsi, la quantité d'acide entraîné avec l'air circulant peut-elle fausser les résultats? Par exemple, dans les recherches de Dumas et Stas sur le poids atomique du carbone, cette vapeur d'acide sulfurique entraînée, si elle existe, a été comptée comme acide carbonique. De même, dans les expériences de Boussingault sur le dosage de l'acide carbonique de l'air, la vapeur d'acide sulfurique emportée par l'air circulant peut-elle avoir contribué à élever le taux apparent de l'acide carbonique de l'air? Lorsqu'il s'agit de doser les petites proportions de cet acide correspondant aux traces d'oxyde de carbone ou d'hydrocarbures existant dans l'air, cette indétermination devient plus grave encore.

» Désireux de lever cette difficulté, j'ai fait circuler lentement de l'air à travers une longue série de tubes à acide sulfurique concentré (près de $1^{m},60$ de barboteurs et de perles de verre imprégnées de SO^4H^2 bouilli). Cet air avait passé, au préalable, dans un tube porté au rouge, puis sur la lessive de potasse et l'hydrate de baryte. Après barbotement à travers l'acide sulfurique bouilli, il parcourait un tube plein de coton de verre sur une longueur de 20 centimètres, et arrivait enfin dans un liebig à eau de baryte parfaitement claire. Après le passage de 192 litres d'air à 13°, cette eau de baryte ne s'était pas sensiblement troublée. Toutefois,

---

(1) Voir C. Marignac, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXIX, p. 192.

pour y rechercher les traces possibles d'acide sulfurique, j'ai acidulé la liqueur de HCl pur, évaporé à sec au bain-marie, et repris par l'eau chaude acidulée. Il est resté une petite quantité de sulfate de baryte, s'élevant, toutes corrections faites, à $0^{mgr},10$ pour 192 litres d'air ([1]), ce qui répond à $0^{mgr},00052$ de $BaSO^4$ ou à $0^{mgr},00022$ de SO^4H^2 par litre d'air ([2]).

» Ces $0^{mgr},022$ de vapeur d'acide sulfurique existaient donc au maximum en 100 litres d'air ([3]). Ils ont pu être comptés comme acide carbonique dans les célèbres expériences ci-dessus rappelées. Mais de telles doses sont, dans ces cas, absolument insignifiantes.

» De l'observation qui précède il résulte une autre conséquence assez imprévue. 1 litre d'air saturé de vapeur d'acide sulfurique, à 13°, autant qu'il a été possible de le faire, contient $0^{mgr},00022$ de ce corps. La densité de vapeur de SO^4H^2 à 13° et à la pression normale étant de 3,40 environ ([4]), 1 litre de cette vapeur pèserait $4^{gr},38$. Or $0^{mgr},00022$ de vapeur d'acide SO^4H^2 existant en 1 litre à 13° représentent, à la pression ordinaire, $0^{cc},000050$, soit $\frac{1}{20\,000\,000}$ de litre. Il s'ensuit qu'à la température de 13° à 14°, la tension de vapeur, dans l'air, de l'acide sulfurique bouilli n'arrive pas à dépasser, dans ces conditions, $\frac{1}{20\,000\,000}$ (un vingt-millionième) d'atmosphère. Une si faible tension ne peut s'expliquer, je crois, que par une polymérisation très élevée à froid de la molécule SO^4H^2.

» Pratiquement, on peut donc, pour dessécher les gaz inertes, les faire, sans aucun inconvénient, barboter dans l'acide sulfurique sans s'exposer à entraîner une quantité appréciable de ce corps; mais il est bon de se rappeler que cet acide peut, à froid, dissoudre les gaz circulants; par exemple, il se charge de son volume d'acide carbonique (Th. Schlœsing fils). Il faut donc lui substituer, lorsqu'on le peut, l'anhydride phosphorique, préalablement chauffé dans l'air sec jusqu'à invariation de poids, s'il s'agit de dessiccations bien complètes et d'analyses gazeuses très précises. »

([1]) Chiffre un peu approximatif, puisque la variation de poids du petit creuset avec ses cendres s'élevait à $0^{mgr},2$ avec une erreur possible de $\frac{1}{2}$ décimilligramme. Mais on peut affirmer que le sulfate recueilli pesait moins de $0^{mgr},2$.

([2]) On s'est assuré directement que l'eau de baryte employée ne contenait pas trace de sulfate. On s'est aussi rendu compte par I^2O^5 que le SO^4H^2 recueilli n'était pas dû à de l'acide sulfureux entraîné : il n'y avait pas d'iode mis en liberté.

([3]) D'après Merget, 100 litres d'air saturés de vapeur de mercure à 20° en contiennent 7 milligrammes.

([4]) D'après la formule $P = 28,88d$, où P représente le poids atomique ($= 98$), et d la densité cherchée par rapport à l'air.

PHYSIQUE. — *Sur un actinomètre absolu* (¹). Note de M. A. Crova.

« Un actinomètre absolu doit donner, au moyen de dispositifs très précis, la valeur absolue de l'intensité calorifique de la radiation solaire au moment de l'observation ; il doit servir à étalonner les actinomètres, qui donnent seulement des valeurs relatives, et les actinographes qui les interpolent; ces derniers instruments doivent être très sensibles, mais aussi simplifiés que possible et très transportables, les observations devant être faites autant que possible loin des lieux habités, et à de grandes altitudes.

» Les actinomètres absolus sont exposés à des causes d'erreur provenant de la difficulté de déterminer rigoureusement la valeur en eau du corps actinométrique (calorimètre contenant un liquide et un thermomètre, ou simplement un réservoir thermométrique) ; la chaleur incidente sur la face noircie doit traverser des parties solides et liquides qui lui font subir un retard et une perte d'intensité difficiles à évaluer en raison de la différence inconnue des températures de la surface insolée et de la moyenne du corps actinométrique.

» J'ai dit depuis longtemps [2] qu'une détermination actinométrique est une opération calorimétrique complète qui doit être faite pendant un temps aussi court que possible, à cause des fluctuations incessantes de la radiation solaire que j'ai démontrées et enregistrées au moyen de mon actinographe ; si sa durée est considérable, le résultat obtenu se rapporte à celui de la quadrature de la courbe des variations pendant la durée de l'observation.

» Si l'on connaissait exactement la valeur en eau du disque de mon actinographe thermo-électrique [3], et si l'on pouvait déterminer rigoureusement son coefficient de déperdition de température, on réaliserait un actinomètre absolu dont la précision pourrait être aussi grande qu'on le voudrait; cette idée a servi de point de départ à la réalisation de l'actinomètre que je vais décrire. Depuis quelque temps déjà, M. Knut-Ang-

---

(¹) Ce travail a été fait à l'Institut de Physique avec l'assistance de M. Compan à qui je présente tous mes remercîments.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XI, p. 443.

(³) *Comptes rendus*, t. CI, p. 418; 1885.

ström (¹) a employé dans son actinomètre un disque de cuivre muni d'un élément thermo-électrique. M. Chwolson (²) a construit un instrument du même genre, basé sur le même principe; leur disposition et leur mode d'observation diffèrent des méthodes précédemment employées.

» Soit, dans mon actinomètre, un disque très bon conducteur de la chaleur, d'épaisseur rigoureusement uniforme et connue, et de diamètre indéfini, noirci antérieurement, poli sur sa face opposée, exposé normalement à la radiation solaire; soient a le pouvoir absorbant de sa face noire, q l'intensité calorifique incidente, m et m' les coefficients de conductibilité extérieure de la face noircie et de la face polie, et θ son excès thermométrique au temps t sur une enceinte à température constante dans laquelle il est placé, à l'abri des mouvements de l'air ambiant.

» Les surfaces isothermes sont des plans parallèles aux deux faces du disque, et les lignes de propagation du flux calorifique, des normales.

» Soit c la valeur en eau de 1^{cq} de la surface du disque, c'est-à-dire le produit de sa chaleur spécifique rapportée à l'unité de volume par son épaisseur en centimètres à t°; les formules connues du refroidissement donnent, pour de très faibles excès thermo-électriques θ, et pour une lame très conductrice :

$$c\,\partial t = aq\,\partial t - (m + m')\theta\,\partial t = [aq - (m + m')\theta]\,\partial t,$$

dont l'intégrale entre ($t = 0$, $\theta = \theta_0$) et (t et θ) est

$$\theta = \theta_0 e^{-\alpha t} + \frac{aq}{\alpha c}(1 - e^{-\alpha t}),$$

en désignant par $\alpha = \frac{m + m'}{c}$ le coefficient de déperdition thermométrique qui est constant pour de très faibles valeurs de θ; on en déduit

$$q = \frac{\alpha c}{a}\,\frac{\theta - \theta_0 e^{-\alpha t}}{1 - e^{-\alpha t}},$$

dans laquelle tout est connu dans le second membre, excepté α qu'on détermine en observant les valeurs de θ à l'ombre de trente en trente secondes; pour $q = 0$, $\theta = \theta_0 e^{-\alpha t}$, d'où l'on déduit des valeurs constantes de α.

» En réalité, le disque n'est pas indéfini; il y a sur sa surface latérale,

---

(¹) *Mémoires de la Société royale des Sciences d'Upsal*, 26 mars 1886.

(²) *Repertorium für Meteorologie*; Saint-Pétersbourg, 4 novembre 1892.

ou sa tranche, des déperditions par rayonnement, convection et conductibilité des points d'attache; les surfaces isothermes ne sont plus planes, mais présentent, sur les bords, leur concavité à la surface noircie; mais, si le diamètre du disque est suffisant et son épaisseur assez faible, elles pourront rester planes au centre où la température sera la même que celle d'un disque indéfini, ce qui dispense de l'emploi d'un anneau de garde; la perte par la tranche est très atténuée si on la polit avec soin, et si l'on suspend le disque par trois fils très fins.

» Si l'excès thermométrique est très faible, quelles que soient les lois de ces trois sortes de déperdition, elles pourront être réduites à une fonction linéaire de θ et être englobées dans un même coefficient α; cette hypothèse est justifiée dans mon appareil pour lequel α a été trouvé constant, et égal à 0,075.

» Un disque de cuivre galvanoplastique de $0^m,005$ d'épaisseur sur $0^m,04$ de diamètre (l'expérience indique quel est le diamètre suffisant) est suspendu par trois fils de cuivre rouge de $\frac{3}{10}$ de millimètre de diamètre, fixés sur sa tranche, dans le plan d'un anneau de cuivre rouge isolé par trois supports en ébonite; son centre est dans l'axe d'une enceinte cylindrique en laiton de $0^m,08$ de diamètre sur $0^m,35$ de longueur, munie d'une double enveloppe remplie d'eau que l'on brasse, pendant l'opération, par une insufflation d'air; le fond est formé par un obturateur à baïonnette, qui porte les trois supports isolants, et un disque de verre dépoli d'un diamètre supérieur de $0^m,002$ à celui du disque de cuivre, et sur lequel on centre son ombre.

» Le disque est à $0^m,14$ du fond, et la partie de l'enceinte qui est au-dessus de lui est munie de dix diaphragmes en aluminium mince, polis en avant, noircis en arrière, distants l'un de l'autre de $0^m,02$, et formant une chambre d'amortissement pour les courants d'air, comme dans le bolomètre de M. Langley et dans mon actinographe; l'ouverture de ces diaphragmes est de $0^m,044$; l'instrument étant surtout destiné à des étalonnages, on opère autant que possible par un temps calme.

» La température du disque s'obtient en fixant solidement, dans un orifice très fin pratiqué dans son axe et en arrière, un fil de constantan de $\frac{3}{10}$ de millimètre, qui traverse un bouchon d'ébonite fixé au fond de l'enceinte; l'anneau de cuivre, au centre duquel est fixé le disque par trois fils tendus, est aussi muni d'un fil de cuivre traversant un bouchon d'ébonite; enfin, dans l'eau de la double enveloppe est une soudure cuivre-constantan, placée à la hauteur du disque, dont les fils isolés par des tubes de

verre traversent aussi un bouchon d'ébonite; les deux fils de constantan sont fixés l'un à l'autre, et les deux fils de cuivre sont en relation avec un galvanomètre à cadre mobile dont on lit les déviations à l'aide d'une lunette et d'une échelle placée à 3^m du miroir.

» Le tout est monté sur un support en altazimut muni de cercles divisés et dentés actionnés par deux pignons qui permettent de le maintenir centré vers le Soleil; vu le poids de l'instrument, le cercle azimutal roule sur un plateau muni d'une gorge à billes; ce support a été construit avec soin par M. Pellin; l'actinomètre a été construit dans l'atelier de l'Institut de Physique.

» Une détermination complète dure au plus trois minutes en tout; on observe à l'ombre de trente en trente secondes; on enlève ensuite un diaphragme formé de lames parallèles d'aluminium, et l'on observe de trente en trente secondes au soleil, en éliminant la première observation qui correspond à l'état variable dont la durée est d'environ quinze secondes; on peut remettre l'écran et observer à l'ombre pour vérifier la constance de α. L'écran d'aluminium peut être ouvert ou fermé à distance par l'observateur au moyen d'une clef de Morse qui actionne un système électromagnétique auquel est fixé l'écran.

» Immédiatement après l'observation, on peut déterminer la valeur d'un degré en millimètres de l'échelle; on enlève le fond de l'actinomètre et l'on plonge le disque dans un calorimètre à eau; deux thermomètres, donnant le $\frac{1}{200}$ de degré, sont placés dans le calorimètre et dans l'enceinte au contact de la soudure, et les deux masses d'eau sont brassées par une insufflation d'air; avec mon instrument, un degré de différence thermométrique correspond à quatre-vingt-neuf divisions de l'échelle, et ce nombre n'a pas varié à deux mois d'intervalle. On peut apprécier une demi-division ou un quart de division et obtenir une approximation de l'ordre des millièmes.

» La détermination terminée, le disque est égoutté, plongé dans l'alcool et séché; le noir, préparé comme nous l'avons indiqué [1], reste intact et conserve son pouvoir absorbant égal à 0,98 environ.

» Avec de bien faibles excès (1° ou $1^\circ,5$) les formules se simplifient : on développe les exponentielles en série et, en négligeant les puissances de αt supérieures à la première, on a, pour le refroidissement et le réchauffement, des marches uniformes qui ramènent les corrections à la

---

[1] MM. Crova et Compan, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 707.

forme très simple que leur avait donnée Pouillet. Les formules complètes ne donnent guère plus d'exactitude si les excès sont très petits. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Agglutination du bacille de la tuberculose vraie.* Note de M. S. **Arloing**.

« M. Ledoux-Lebard avait étudié l'agglutination du streptobacille de la pseudo-tuberculose par le sérum de lapins pseudo-tuberculeux; mais personne, à ma connaissance, n'avait signalé l'agglutination du bacille de la tuberculose vraie avant ma Communication au Congrès de Médecine interne tenu cette année à Montpellier (13 avril 1898). Depuis, M. Dubard a fait savoir qu'il avait observé ce phénomène de son côté (Société de Biologie, 30 avril 1898). La condition préalable nécessaire était l'obtention d'émulsions bien homogènes de bacilles de Koch. On a pu voir comment je suis parvenu à me les procurer (*Comptes rendus,* séance du 9 mai 1898).

» Je vais donner aujourd'hui le résumé de mes expériences capitales sur ce sujet.

» I. Le bacille de Koch peut être agglutiné par certains sérums; sous ce rapport, il a des réactions analogues à celles de plusieurs autres microbes pathogènes.

» Si, à quelques gouttes de culture ou d'émulsion homogène de bacilles déposés dans un petit tube *ad hoc*, on ajoute $\frac{1}{10}$ de sérum sanguin de chèvre saine et vierge de toute inoculation, on ne provoque pas d'agglutination; tout au plus, voit-on se déposer au fond du tube quelques fins grumeaux en douze à seize heures. Si l'on substitue à ce sérum celui de chèvres ayant reçu une longue série d'injections sous-cutanées de tuberculine ou de bacilles de Koch plus ou moins virulents, le phénomène de l'agglutination se manifeste rapidement avec une grande intensité et d'une manière complète.

» On voit aussi le léger pouvoir agglutinant naturel du sérum de l'âne s'accroître considérablement sous l'influence des mêmes injections.

» II. J'ai fait agir sur des émulsions de bacilles le sérum d'individus normaux appartenant à des espèces différentes. Il semble que le pouvoir agglutinant du sang normal soit en raison inverse de l'aptitude des espèces à contracter ou à supporter la tuberculose. Ainsi il est nul dans le sang du cobaye et du lapin, animaux facilement tuberculisables, très léger dans le sang de la chèvre, plus accusé dans le sang du bœuf et de l'âne, très mar-

qué dans le sang du cheval, animaux qui présentent exceptionnellement la tuberculose ou qui la subissent souvent sans de très grands dommages.

» III. Le sérum, rendu fortement agglutinant par des injections sous-cutanées de bacilles de Koch ou de tuberculine, agglutine aussi très bien les cultures en milieu liquide ou les émulsions homogènes du bacille de la tuberculose aviaire et, en particulier, de la tuberculose du pigeon.

» Je ne voudrais pas tirer de ce fait une déduction rigoureuse; cependant, je dirai qu'il plaide en faveur de l'opinion de plus en plus accréditée que le bacille de la tuberculose aviaire est une simple variété du bacille de Koch.

» IV. L'action de mes sérums agglutinants s'exerce également bien sur les bacilles en voie d'évolution dans du bouillon glycériné. A des ballons garnis de bouillon et ensemencés, j'ai ajouté $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ de sérum agglutinant de sang de chèvre. Au point de vue de la quantité, la culture a été remarquable dans chaque ballon. Seulement, les bacilles s'agglutinaient au fur et à mesure de leur développement, de manière à former de petits grumeaux qui se déposaient immédiatement sur le fond. Au-dessus de la couche de prolifération, le bouillon restait clair et transparent. Le phénomène était au maximum dans le ballon chargé d'un quart de sérum sanguin.

» V. Les chèvres qui me fournissaient du sérum agglutinant étaient en expérience depuis fort longtemps. J'ignorais le moment où leur sérum avait acquis cette propriété. J'ai cherché à le déterminer par une expérience suivie pas à pas. J'ai cherché aussi à faire apparaître le pouvoir agglutinant dans le sang du lapin.

» Le 31 mars 1898, j'entreprenais des injections de tuberculine brute sous la peau d'une chèvre et d'un lapin et d'émulsions de bacilles sous le derme de sujets de cette dernière espèce. Avant le 12 avril, tous jouissaient du pouvoir agglutinant. La chèvre avait reçu 6^{cc} de tuberculine brute; le lapin, 25 gouttes; un autre lapin, 6 grumeaux de bacilles de Koch faisant au total le volume d'une noisette.

» Le pouvoir agglutinant peut donc naître et se développer en peu de temps par ces procédés.

» VI. Je me suis appliqué ensuite à déterminer le parti que l'on pourrait tirer de l'agglutination du bacille de Koch dans le diagnostic ou le pronostic de la tuberculose sur l'homme, m'inspirant des observations de M. Widal et de M. Paul Courmont sur le pouvoir agglutinant du sang des typhiques à l'égard des cultures du bacille d'Eberth.

» Pour donner à mes essais plus de netteté, j'ai eu soin d'opérer avec le sérum et non avec le sang complet. Les quelques gouttes de sang, obtenues d'une piqûre à la lancette, étaient donc abandonnées à elles-mêmes dans un petit tube de verre; elles laissaient transsuder naturellement leur sérum, ou bien j'écrasais le caillot et je soumettais le tube à l'action de la force centrifuge. Le sérum était ajouté aux émulsions dans la proportion de $\frac{1}{10}$, parfois de $\frac{1}{5}$; l'observation prenait fin au bout de vingt-quatre heures.

» Dans mes premiers essais, j'ai fait agir sur les émulsions : 1° du sérum de personnes saines en apparence; 2° du sérum de personnes offrant les symptômes de la tuberculose pulmonaire; 3° du sérum de personnes atteintes d'une variété de la tuberculose chirurgicale; 4° du sérum de malades ayant des affections diverses, mais dont quelques-unes étaient peut-être superposées à la tuberculose. J'ai distingué trois sortes de résultats : agglutination et clarification parfaites, agglutination et clarification incomplètes, agglutination et clarification nulles ou insignifiantes.

» Voici le pourcentage dans chaque catégorie : le sérum des personnes atteintes ou supposées atteintes de tuberculose pulmonaire vraie agglutine 94 fois sur 100, 57 fois d'une façon parfaite, 37 fois incomplètement; prélevé sur des malades frappés de tuberculose chirurgicale, il agglutine 91 fois sur 100, 35 fois parfaitement, 56 fois incomplètement; venant de malades divers, il agglutine 32 fois sur 100, 11 fois très bien, 21 fois imparfaitement; enfin, retiré de personnes supposées saines, il agglutine seulement 22 fois sur 100, 11 fois très bien et 11 fois incomplètement.

» La proportion des résultats positifs indiquée ci-dessus permet d'espérer que l'on pourra tirer parti, en clinique, de l'agglutination du bacille de Koch. L'avenir nous dira la raison pour laquelle le phénomène paraît quelquefois en défaut. Je poursuis de nouveaux et nombreux essais avec cet objectif. »

M. Ad. Carnot fait hommage à l'Académie du premier Volume de son « Traité d'Analyse des substances minérales », puis il ajoute :

« Ce Volume doit être bientôt suivi de deux autres, dans lesquels seront exposés les caractères analytiques des divers éléments, métalloïdes et métaux, et de leurs principaux composés, les moyens de les reconnaître, de les isoler les uns des autres, de les doser, enfin d'analyser les substances minérales les plus variées.

» Le Volume qui vient de paraître est consacré aux *méthodes générales de l'analyse qualitative et de l'analyse quantitative*.

» On trouvera décrits, dans les premiers Chapitres, les procédés des recherches qualitatives par la voie sèche, au moyen du *chalumeau*, de la *lampe à gaz* et du *spectroscope*, puis les procédés *microchimiques*, enfin les recherches par la *voie humide* proprement dite, avec une marche systématique nouvelle, destinée à permettre de classer par groupes et ensuite de distinguer et de caractériser les divers éléments, y compris les éléments rares, que les progrès de la Science et de l'Industrie ne permettront plus désormais de laisser dans l'ombre.

» Un Chapitre spécial est destiné à l'étude des *réactifs* employés dans l'analyse.

» Dans la seconde Partie du Volume sont exposées, avec les détails jugés nécessaires, les *opérations préliminaires* à effectuer pour la préparation des échantillons, puis les *opérations de voie sèche* qui peuvent intervenir aux différents degrés de l'analyse, ensuite les *opérations de la voie humide*. Un Chapitre relatif à l'*électrolyse* complète l'exposé des opérations, qui peuvent conduire au *dosage pondéral*.

» Les Chapitres suivants présentent les différentes méthodes de *dosage par liqueurs titrées* ou méthodes volumétriques et les *essais colorimétriques*, qui méritent parfois d'être recommandés comme particulièrement rapides.

» Enfin le dernier Chapitre réunit tous les procédés de *recherche qualitative* et d'*analyse quantitative des gaz*. J'ai cru devoir insister principalement sur les gaz contenus dans l'atmosphère, dans l'air des mines, dans les gaz des foyers domestiques et industriels, dans le gaz d'éclairage, dans les eaux douces et les eaux minérales. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'Observatoire de Mont-Hamilton envoie à l'Académie deux photographies de l'éclipse totale de Soleil du 21 janvier 1898.

(Commissaires : MM. Cornu, Wolf, Callandreau.)

M. Louis Thénard soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Principe universel des forces ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

MM. **Pellier** adressent une Note sur le « problème de l'aviation ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. **Adrien Féraud**, présentée par M. Poincaré.

« Soient ϖ et ϖ' les angles que font, avec la ligne des nœuds, les lignes des périhélies des orbites de deux astres. Soient encore u et u' les anomalies excentriques des deux planètes. Posons enfin

$$e^{iu} = x, \qquad e^{iu'} = y.$$

» On sait que le carré de la distance des deux astres, que je désignerai, avec M. Poincaré, par $F(x, y)$, est un polynome du second degré par rapport aux quatre variables x, y, x^{-1}, y^{-1}.

» Le coefficient $A_{a,b}$ de $e^{i(au+bu')}$, dans le développement suivant les puissances de e^{iu} et de $e^{iu'}$ de la partie principale de la fonction perturbatrice $\frac{1}{\sqrt{F}}$, est donné par la formule

$$A_{a,b} = \frac{1}{4\pi^2} \int_{|x|=1} \int_{|y|=1} x^{-a} y^{-b} \frac{dx\,dy}{xy\sqrt{F(x, y)}}.$$

» Dans un Mémoire *Sur les périodes des intégrales doubles et le développement de la fonction perturbatrice* (*Journal de Mathématiques*, 5e série, t. III), M. Poincaré a développé une méthode pour étudier les relations de récurrence qui lient entre eux les coefficients $A_{a,b}$.

» D'après ces relations récurrentes, toutes les transcendantes $A_{a,b}$ peuvent s'exprimer au moyen d'un nombre fini d'entre elles, qui seront considérées comme seules distinctes.

» Le nombre des transcendantes distinctes, qu'il y a dans chaque cas, dépend essentiellement de la *forme* et des *symétries* du polynome $F(x, y)$.

» Le polynome $F(x, y)$, d'après la nature des termes qu'il contient, présente quatre formes distinctes que nous avons appelées les formes (1), (2), (3) et (4).

» Nous dirons que le polynome $F(x, y)$ présente la symétrie σ s'il ne change pas lorsqu'on effectue sur x et y les transformations définies par la substitution σ.

» Il suffit de considérer, pour l'objet que l'on a en vue, les substitutions qui sont, ou bien de la forme $\begin{vmatrix} x & y \\ \pm x^{\pm 1} & \pm y^{\pm 1} \end{vmatrix}$, ou bien de la forme $\begin{vmatrix} x & y \\ \pm y^{\pm 1} & \pm x^{\pm 1} \end{vmatrix}$. Il y a vingt substitutions de cette nature.

» J'ai cherché les conditions nécessaires et suffisantes que doivent remplir les deux orbites pour que le polynome F(x, y) présente ces diverses formes et une ou plusieurs de ces diverses symétries.

» J'arrive ainsi, et en employant, d'autre part, un procédé de discussion semblable à celui développé par M. Poincaré, à former le Tableau suivant :

Forme et symétries de F(x, y).		Nature et position des orbites.	Nombre des transcendantes distinctes.
(1).............		1° Les deux orbites n'ont pas de position particulière	16
(1); σ_1..........		2° La seconde orbite est dans un plan perpendiculaire au plan de la première et passant par le grand axe de celle-ci	12
(1); σ_4..........	Les deux orbites sont elliptiques.	3° Les deux grands axes sont, ou bien confondus avec la ligne des nœuds, ou bien perpendiculaires à la ligne des nœuds	10
(1); σ_3..........		4° Les deux orbites sont égales et placées de façon que $\varpi' = \varpi + \Pi$; les sens dans lesquels on compte les longitudes sont tels que, lorsque l'on rabat le plan de l'une des orbites sur l'autre de manière que les lignes des périhélies soient sur le prolongement l'une de l'autre, ces deux sens coïncident..	10
(1); σ_1, σ_4.......		5° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires et les grands axes coïncident avec la ligne des nœuds........................	9
(1); σ_4, σ_3.......		6° Les deux orbites sont égales, et les lignes des périhélies, confondues avec la ligne des nœuds, sont dirigées en sens contraires....	7
(1); σ_1, σ_4, σ_3....		7° Les deux orbites sont égales, leurs plans sont perpendiculaires, et les lignes des périhélies, confondues avec la ligne des nœuds, sont dirigées en sens contraire...........	6
(1); σ_2, σ_4, σ_3....		8° Les deux orbites sont concentriques........	5
(1); σ_1, σ_2, σ_4, σ_3..		9° Les deux orbites sont concentriques et leurs plans sont perpendiculaires..............	4

Forme et symétries de $F(x, y)$.		Nature et position des orbites.	Nombre des transcendantes distinctes.
(2)............		10° Les orbites n'ont pas de situation particulière.	12
(2); σ_1	La première orbite est circulaire et la seconde est elliptique.	11° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires..................................	10
(2); σ_4		12° Le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds............	8
(2); σ_5		13° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds........	8
(2); σ_1, σ_4.......		14° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires et le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds	7
(2); σ_1, σ_5.......		15° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire au plan du cercle...........	6
(3); σ_3		16° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds et l'excentricité de cette orbite est égale à sin J....	7
(4); σ_2, σ_4, σ_5....	Les deux orbites sont circulaires.	17° Les plans des deux orbites ne sont pas perpendiculaires..............................	4
(4); σ_1, σ_2, σ_4, σ_5.		18° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires..................................	3

» La première colonne contient le numéro de la forme du polynome $F(x, y)$ et les symétries qu'il présente.

» Je n'ai inscrit que les symétries qui ne se déduisent pas les unes des autres et qui, à cet égard, peuvent être considérées comme *fondamentales;* ces symétries, au nombre de cinq, sont les suivantes :

$$\sigma_1 = \begin{vmatrix} x & y \\ x^{-1} & y \end{vmatrix}, \quad \sigma_2 = \begin{vmatrix} x & y \\ -x & -y \end{vmatrix}, \quad \sigma_3 = \begin{vmatrix} x & y \\ -x^{-1} & y^{-1} \end{vmatrix}, \quad \sigma_4 = \begin{vmatrix} x & y \\ x^{-1} & y^{-1} \end{vmatrix}, \quad \sigma_5 = \begin{vmatrix} x & y \\ y & x \end{vmatrix}.$$

» Dans la deuxième colonne, j'ai indiqué la nature et la position des deux orbites, en réunissant par une accolade tous les cas où la nature des orbites est la même.

» Enfin, dans une dernière colonne, j'ai inscrit le nombre des transcendantes distinctes qui subsistent dans chaque cas. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la correspondance quadratique et rationnelle de deux figures planes, et sur un déplacement remarquable.* Note de M. **Ernest Duporcq**, présentée par M. Darboux.

« Soient (a, A_1) et (a, A_2) deux transformations dualistiques qui, à tout point a d'un plan P, font respectivement correspondre des droites, A_1 et A_2, d'un plan P', dont nous désignerons le point d'intersection par a'. On voit aisément que la transformation ponctuelle (a, a') est généralement définie par sept couples de points correspondants; on sait d'ailleurs que les droites A_1 et A_2 coïncident pour trois positions, α, β et γ, du point a : les transformations telles que (a, a') sont les transformations quadratiques rationnelles les plus générales.

» Considérons maintenant une autre transformation analogue (a, a''), résultant de deux nouvelles transformations dualistiques (a, A_3) et (a, A_4); on vérifie sans peine que les droites A_1, A_2 et A_3 du plan P' sont concourantes lorsque le point a appartient à une certaine cubique Γ_4, évidemment circonscrite au triangle $\alpha\beta\gamma$. La cubique analogue Γ_3 (telle que les droites A_1, A_2 et A_4 correspondant à ses points soient concourantes) coupera la précédente en six points différents de α, β, γ, et tels que les points qui leur correspondent dans les transformations (a, a') et (a, a'') coïncident.

» Ceci posé, considérons toutes les transformations quadratiques rationnelles (a, a''), telles que pour cinq positions données, 1, 2, 3, 4, 5 du point a, le point a'' coïncide avec a' : toutes les cubiques qui passent par ces cinq points et par les points α, β, γ ont un neuvième point fixe, 6, et il résulte, de ce qui précède, que le point $6''$ coïncide avec $6'$. Donc :

» *La donnée de cinq couples de points conjugués dans une correspondance quadratique et rationnelle de deux figures planes en détermine un sixième.*

» On voit de plus que :

» *La donnée de six couples de points conjugués détermine en général une infinité de couples de points conjugués, qui se correspondent sur deux cubiques.*

» Sur la détermination géométrique des points 6 et $6'$, associés ainsi à deux quintuples de points donnés, 1, 2, 3, 4, 5 et $1', 2', 3', 4', 5'$, je me contenterai d'indiquer le résultat suivant. Il existe, en général, une transformation homographique telle que les points 1, 2, 3, 4 correspondent aux

points 1′, 2′, 3′, 4′; au point 5′ correspondra ainsi un point ε : le point 6 est à l'intersection de la droite du point 5ε et de la conique (1234ε). On obtient ainsi cinq droites concourantes, 1α, 2β, 3γ, 4δ et 5ε, en même temps que cinq coniques passant par leur point de concours, ce qui permet d'énoncer des théorèmes relatifs aux transformations homographiques.

» Dans le cas particulier où les points 5 et ε coïncident, le point 6 est indéterminé sur la conique (12345). Donc :

» *Si cinq couples de points conjugués dans une correspondance quadratique rationnelle sont aussi conjugués dans une transformation homographique, ils déterminent, dans la correspondance quadratique, une infinité de couples de points conjugués, qui se correspondent homographiquement sur deux coniques.*

» Voici une application intéressante des remarques précédentes : Soient P_1, P_2 et P_3 trois positions dans l'espace d'un plan P, et soit P′ un plan fixe; désignons par a_1, a_2 et a_3 les trois positions d'un même point, a, du plan P : on obtient une transformation quadratique rationnelle en associant au point a le point où le plan P′ coupe l'axe de la circonférence $(a_1 a_2 a_3)$. Les résultats précédents fournissent donc immédiatement la propriété suivante :

» *Si un plan* P *se déplace dans l'espace de sorte que cinq de ses points restent sur des sphères dont les centres appartiennent à un plan fixe* P′, *il existera dans le plan* P *un sixième point jouissant de la même propriété.*

» Lorsque les cinq points du plan P et les centres correspondants se correspondent homographiquement, on voit que tous les points de la conique définie par ces cinq points restent à des distances invariables de points qui leur correspondent homographiquement sur une conique du plan P′ : résultat précédemment signalé par M. Raoul Bricard [1]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes hamiltoniens.* Note de M. G.-A. Miller, présentée par M. Jordan.

« Suivant M. Dedekind, nous appelons *groupe hamiltonien* un groupe (non abélien) dont tous les sous-groupes sont invariants. Si l'ordre d'un semblable groupe G est $p^{\alpha} p_1^{\alpha_1} \ldots p_k^{\alpha_k}$ (p, p_1, ..., p_k étant des nombres premiers), il contient un seul sous-groupe (abélien ou hamiltonien) d'ordre

(1) *Comptes rendus*, 16 novembre 1896.

p^{α}, un autre d'ordre $p_1^{\alpha_1}$, ... Ces $k+1$ sous-groupes ne pouvant avoir, deux à deux, d'opération commune sauf l'unité, chaque opération de l'un d'eux est échangeable aux opérations des autres sous-groupes ([1]), et G sera le produit direct de ces $k+1$ sous-groupes ([2]).

» Puisque l'ordre d'un commutateur de G ne peut excéder 2 ([3]), l'ordre d'un groupe hamiltonien ne peut être une puissance d'un nombre premier impair. Donc l'un des nombres p, p_1, ... est égal à 2. Soit $p=2$. Les k groupes d'ordre $p_1^{\alpha_1}$, ... seront abéliens. Or il est clair que tout produit direct d'un groupe hamiltonien d'ordre 2^{α} et de groupes abéliens d'ordre impair est hamiltonien. Nous venons de voir que, réciproquement, on peut former de cette manière tous les groupes hamiltoniens. Il en résulte que l'étude des groupes hamiltoniens d'ordre 2^{α} est d'une importance fondamentale pour l'étude générale des groupes hamiltoniens.

» Soit H un groupe hamiltonien d'ordre 2^{α}. Il est évident que chacune de ses opérations d'ordre 2 est échangeable à toutes ses opérations. Soit s_1 une opération de H, choisie parmi celles qui ne sont pas échangeables à toutes les autres, et de telle sorte que son ordre 2^{β} soit minimum. Soit s_2 une autre opération de H, choisie parmi celles qui ne sont pas échangeables à s_1, de telle sorte que son ordre $2^{\beta'}$ soit minimum. Puisque les deux groupes cycliques dérivés de s_1, s_2 respectivement sont invariants dans H, et que s_1, s_2 ne sont pas échangeables, on doit avoir $s_1^{2^{\beta-1}} = s_2^{2^{\beta-1}}$. Le sous-groupe A_1 dérivé de s_1^2, s_2 est abélien; mais le sous-groupe H_1 dérivé de s_1, s_2 est hamiltonien. Toutes les opérations de H_1 dont l'ordre est $< 2^{\beta}$ se trouvent évidemment dans A_1. Donc $\beta' = \beta$, et nous pouvons poser

$$s_1 s_2 s_1^{-1} = s_2^{\gamma} \qquad \text{où} \qquad \gamma = 2^{\beta-1}+1.$$

On en déduit

$$(s_2 s_1)^{2^{\beta-1}} = s_2 s_2^{\gamma} s_2^{\gamma^2} \dots s_2^{\gamma^{2^{\beta-1}-1}} s_1^{2^{\beta-1}} = s_2^{\frac{1-\gamma^{2^{\beta-1}}}{1-\gamma}} s_1^{2^{\beta-1}},$$

et comme

$$\frac{1-\gamma^{2^{\beta-1}}}{1-\gamma} = \frac{(1+2^{\beta-1})^{2^{\beta-1}}-1}{2^{\beta-1}} = 2^{\beta-1} + \frac{2^{\beta-1}-1}{2}\, 2^{2\beta-2} + \dots$$
$$\equiv 2^{\beta-1} \bmod 2^{\beta} \qquad \text{si } \beta > 2,$$

il s'ensuit que

$$(s_2 s_1)^{2^{\beta-1}} = s_2^{2^{\beta-1}} s_1^{2^{\beta-1}} = 1, \qquad \text{si } \beta > 2.$$

([1]) Dyck, *Mathematische Annalen*, t. XXII, p. 97; 1883.

([2]) Burnside, *Theory of groups*, p. 40; 1897.

([3]) Dedekind, *Mathematische Annalen*, t. XLVIII, p. 557; 1897.

Donc H contient des opérations d'ordre 4 qui ne sont pas échangeables entre elles.

» Si H contenait une opération s_3 dont l'ordre fût > 4, elle serait échangeable à s_1. En effet, si ces opérations s_1, s_3 n'étaient pas échangeables, le groupe g_1 qui en dérive serait d'ordre $2^{\gamma+1}$. L'opération s_3 transformerait toutes les opérations de g_1 qui ne sont pas contenues dans le sous-groupe dérivé de s_3, suivant une substitution d'ordre 2 et de degré 2^{γ}. Donc s_3^2 serait échangeable à toutes les opérations de g_1, et $s_1 s_3^{2^{\gamma-2}}$ serait d'ordre 2, ce qui est impossible.

» On conclut de là que toutes les opérations de H qui ne sont pas échangeables à s_1 sont d'ordre 4 et qu'elles ont le même carré, à savoir s_1^2. Donc H contient $2^{\alpha-2}-1$ opérations d'ordre 2 et toutes ses autres opérations sont d'ordre 4. Chacune de ces dernières est échangeable à la moitié des opérations de H. On peut former un, et un seul, groupe hamiltonien d'ordre 2^{α} quand $\alpha > 2$. Ce groupe contient $2^{2\alpha-6}$ sous-groupes quaternions et tous ces sous-groupes ont deux opérations communes, à savoir : les commutateurs de H. L'ordre du sous-groupe dérivé de ces commutateurs est 2. Tous les groupes hamiltoniens, dont l'ordre est divisible par 2^{α}, sans l'être par $2^{\alpha+1}$, ont les mêmes commutateurs. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium.* Note de M. **James Dewar**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un Mémoire intitulé : *Liquéfaction de l'air et recherches à basses températures,* lu devant la *Chemical Society* et publié dans les *Proceedings*, n° 158, nous avons exposé l'histoire de la liquéfaction de l'hydrogène et les résultats de nos expériences jusqu'à la fin de l'année 1895.

» Les faits peuvent être résumés de la façon suivante : Après les belles recherches de M. Cailletet et de M. Pictet, Wroblewski fit la première expérience nette sur la liquéfaction de l'hydrogène en janvier 1884. Il trouva que le gaz refroidi dans un tube de verre capillaire au point d'ébullition de l'oxygène, et rapidement détendu de 100 à 1 atmosphère, présentait la même apparence d'ébullition soudaine que M. Cailletet avait observée dans ses expériences antérieures sur l'oxygène. Aussitôt après la publication, Olszewski confirma ce résultat en détendant l'hydrogène de 190 atmosphères, après l'avoir refroidi à la température donnée par l'évaporation de l'oxygène et de l'azote liquides sous pression réduite. Olszewski

déclara, en 1884, avoir vu se produire des gouttelettes incolores, et par détente partielle de 40 atmosphères il vit l'hydrogène liquide couler dans le tube de son appareil. Wroblewski ne put confirmer les résultats d'Olszewski, son hydrogène étant toujours ce qu'il appela un *liquide dynamique* ayant l'apparence d'une mousse instantanée. Les méthodes précédentes n'ayant pas donné de résultats, Wroblewski proposa d'amener l'hydrogène à l'état de *liquide statique* en employant le gaz hydrogène comme corps réfrigérant. Depuis cette époque jusqu'à sa mort, arrivée en 1888, Wroblewski employa tout son temps à de laborieuses recherches sur les isothermes de l'hydrogène à basses températures.

» Les données ainsi obtenues lui permirent, au moyen de la formule de Van der Waal's, de définir les constantes critiques de l'hydrogène, son point d'ébullition et sa densité.

» Olszewski reprit la question en 1891, répétant ses anciennes expériences dans un tube de verre de 7^{mm} de diamètre, tandis que, auparavant, il opérait dans un tube de 2^{mm}. Il dit : « En répétant mes premières » expériences, je n'espérais pas obtenir une température plus basse, grâce » à un agent réfrigérant, mais je pensais que la détente de l'hydrogène » serait plus efficace, parce que l'expérience était faite sur une plus grande » échelle. » Olszewski décrit les résultats de ces recherches ainsi qu'il suit : « Le phénomène de l'ébullition de l'hydrogène, qui fut alors observé, » fut beaucoup plus net et de plus longue durée que lors de mes premières » expériences dans la même voie. Mais je n'aperçus aucun ménisque » d'hydrogène liquide ». Plus loin : « La raison pour laquelle il n'a pas été » possible jusqu'ici de liquéfier l'hydrogène à l'état statique, tient à ce qu'il » n'existe aucun gaz ayant sa densité comprise entre celles de l'hydrogène » et de l'azote et qui soit, par exemple, comprise entre 7 et 10 ($H = 1$). » Un tel gaz pourrait être liquéfié au moyen de l'oxygène liquide ou de » l'air comme agent réfrigérant, et être ensuite employé comme liquide » frigorifique dans la liquéfaction de l'hydrogène. »

» Olszewski, en 1895, détermina la température produite dans l'expansion subite adiabatique de l'hydrogène à basse température.

» Dans ce but, il employa une petite bouteille d'acier de 20^{cc} ou 30^{cc} de capacité, contenant un thermomètre à resistance de platine. C'est ainsi que l'on a déterminé des températures qui furent regardées comme celles des points critiques et d'ébullition de l'hydrogène liquide, substance qu'on *ne put voir* dans ces circonstances et qui fut supposée présente, pendant

une ou deux minutes, tout au plus, au moment de l'expansion de l'hydrogène gazeux dans la bouteille d'acier.

» La question fut discutée, à l'Institution Royale, dans une lecture du vendredi intitulée *Nouvelles recherches sur l'air liquide* (*Proc. roy. Instit.*, 1896). Le compte rendu de cette lecture contient un dessin de l'appareil employé pour la production d'un jet d'hydrogène renfermant une partie liquide, et au moyen duquel l'air liquide put être rapidement transformé en une matière absolument solide.

» Il fut établi qu'un tel jet pouvait être employé pour refroidir des corps au-dessous de la température qui pouvait être obtenue par l'emploi d'air liquide, mais toutes les tentatives faites pour recueillir l'hydrogène liquide dans des vases vides échouèrent complètement. Aucun autre expérimentateur n'a poussé plus loin les résultats que j'ai décrits en 1895.

» Le professeur H. Kamerlingh Onnes, de Leiden, a fait, dans le n° 23 de *Communications from the Laboratory Physics,* un résumé très intéressant de l'état de la question en 1896.

» Après nos expériences sur la liquéfaction de grandes quantités d'air et après ces essais dont nous venons de parler sur la liquéfaction de l'hydrogène, nous avons résolu de construire un appareil plus important et de prendre des dispositions nouvelles pour la réfrigération et l'établissement des serpentins. Ce dispositif sera décrit dans un Mémoire ultérieur.

» La construction de cet appareil exigea toute une année, et de nombreux mois furent dépensés en essais et expériences préliminaires. Les défaites et les insuccès n'ont pas besoin d'être détaillés.

» Enfin, le 10 mai, en opérant avec de l'hydrogène, refroidi à $-205°$C. et sous une pression de 180 atmosphères, s'échappant continuellement à l'extrémité d'un tube en serpentin, avec une très grande vitesse, dans un vase vide doublement argenté et de construction spéciale, entièrement entouré d'un espace vide maintenu au-dessous de -200 C., l'hydrogène liquide commença à couler de ce vase vide dans un autre doublement isolé par un troisième vase vide. En cinq minutes environ, 20^{cc} d'hydrogène liquide furent recueillis; à ce moment, le jet d'hydrogène se solidifia par suite de l'accumulation dans les tubes de l'air mélangé à notre hydrogène impur.

» Le rendement en liquide fut environ 1 pour 100 du gaz. L'hydrogène à l'état liquide est clair et incolore, ne montre aucun spectre d'absorption et le ménisque est aussi bien défini que dans le cas de l'air liquide. Le

liquide doit avoir un indice de réfraction et une dispersion très élevés et la densité semble être aussi plus élevée que la densité théorique, c'est-à-dire 0,18 à 0,12, que nous déduisons respectivement du volume atomique des composés organiques et de la densité limite trouvée par M. Amagat pour le gaz hydrogène sous pression infinie.

» Nous pouvons cependant nous trouver ici en présence d'une illusion due à la grande dispersion de ce liquide. Mes anciennes expériences sur la densité de l'hydrogène dans le palladium donnent une valeur de 0,62 pour l'hydrogène combiné, et il sera intéressant de déterminer la densité réelle du corps liquide à son point d'ébullition.

» N'ayant pas actuellement les dispositifs nécessaires pour déterminer le point d'ébullition, nous avons fait plusieurs expériences pour montrer que le liquide bouillant est à une température extrêmement basse. D'abord un long tube de verre scellé à une extrémité et ouvert à l'autre est refroidi en plongeant l'extrémité fermée dans l'hydrogène liquide; le tube se remplit immédiatement, au point refroidi, d'air solide. Un petit tube renfermant de l'oxygène liquide fournit de suite un solide bleu.

» La seconde expérience fut faite avec un tube contenant de l'hélium.

» Le *Cracow Academy Bulletin* de 1896 contient un Mémoire du professeur Olszewski intitulé : *Recherches sur la liquéfaction de l'hélium*. La méthode qu'il employait était identique à celle de ses expériences antérieures sur l'hydrogène qui ne donna jamais ou ne put donner autre chose qu'une mousse d'un instant. Il dit : « Aussi loin que mes expériences peuvent » être poussées, l'hélium reste un gaz permanent et il est apparemment » plus difficile à liquéfier que l'hydrogène. »

» Dans un Mémoire que j'ai publié dans les *Proceedings of the chemical Society*, n° 183 (1896-1897), dans lequel la séparation de l'hélium du gaz de Bath fut effectuée par une méthode basée sur la liquéfaction, il était indiqué que la volatilité de l'hydrogène et celle de l'hélium seraient probablement voisines l'une de l'autre, comme celle du fluor et de l'oxygène. Ayant un échantillon de cet hélium purifié, extrait du gaz de Bath et scellé dans un petit ballon terminé par un tube étroit, ce dernier fut placé dans l'hydrogène liquide; on vit alors un liquide distinct se condenser. D'après ce résultat, il semble qu'il n'y a pas une grande différence entre les points d'ébullition de l'hélium et de l'hydrogène.

» Cette expérience a été répétée le 12 mai dans les mêmes conditions, et nous avons recueilli en quelques instants 50^{cc} d'hydrogène liquide. Du

coton trempé dans ce liquide puis enflammé a brûlé avec une grande flamme d'hydrogène.

» Ce coton, imbibé d'hydrogène liquide et placé entre les pôles d'un électro-aimant puissant, se montre fortement magnétique, non à cause de l'hydrogène qu'il contient, mais parce qu'il se forme immédiatement à sa surface une couche d'air solide.

» D'ailleurs, pendant tout le temps de l'évaporation de l'hydrogène liquide, on voit se produire, au milieu du vase, un nuage d'air solide qui s'accumule dans le fond sous forme d'un dépôt blanc. Lorsque tout l'hydrogène est évaporé, ce précipité blanc, cet air solide, devient liquide, puis disparaît à son tour. Comme dans l'expérience précédente, l'hydrogène, avant d'être exposé à l'air, était absolument transparent.

» Il nous a été impossible d'obtenir la densité exacte de l'air liquide produit dans cette deuxième expérience. Avant d'exécuter une détermination exacte, il y aura de grandes difficultés à vaincre. Il est vraisemblable cependant que nous arriverons à manipuler dans cet hydrogène, liquide comme nous l'avons fait dans l'air liquéfié.

» Tous les gaz connus ont donc été maintenant condensés en liquides, susceptibles d'être manipulés à leur point d'ébullition, sous la pression atmosphérique, dans des vases à double paroi séparée par un espace vide.

» Avec l'hydrogène employé comme agent réfrigérant, nous arriverons à 20° ou 30° du zéro absolu et son emploi ouvrira un champ entièrement nouveau aux recherches scientifiques. Un savant tel que James Clerk Maxwell avait des doutes sur la possibilité de la liquéfaction de l'hydrogène (voir *Scientific Papers*, vol. II; p. 412). Nul ne peut prédire les propriétés de la matière au voisinage du zéro absolu : Faraday liquéfia le chlore en 1823; soixante ans après, Wroblewski et Olszewski produisirent l'air liquide, et maintenant, après un intervalle de quinze ans, les gaz dits *permanents* tels que l'hydrogène et l'hélium se montrent à l'état de liquides statiques.

» Lorsque l'on considère que la distance qui sépare la liquéfaction de l'air de celle de l'hydrogène est relativement aussi grande, au sens thermodynamique, que celle qui existe entre la liquéfaction du chlore et celle de l'air, le fait que le premier résultat a été obtenu en quatre fois moins de temps que le second prouve l'accroissement considérable de la rapidité du progrès scientifique dans notre temps. »

PHYSIQUE. — *Sur un tube de Crookes régénérable par osmose.* Note de M. P. Villard [1], présentée par M. J. Violle.

« On connaît les principaux défauts des tubes à rayons X : ils deviennent à l'usage de plus en plus résistants; d'autre part, quand ils sont neufs, leur résistance faiblit souvent pendant la marche, par suite du dégagement des gaz condensés sur les parois et laissés à dessein comme provision. La disposition suivante paraît supprimer complètement ces inconvénients :

» Un tube étroit, en platine, de quelques centimètres de longueur, fermé à un bout, est soudé, par son extrémité ouverte, à une tubulure en verre, elle-même soudée à l'ampoule de Crookes.

» Supposons l'appareil vidé et scellé comme à l'ordinaire; chauffons le tube de platine au moyen d'un bec Bunsen; les conditions de l'expérience bien connue, imaginée par MM. Sainte-Claire Deville et Troost, sont alors réalisées; l'hydrogène de la flamme pénètre par osmose, et à peu près pur, dans le tube de platine, et de là dans tout l'appareil. En deux ou trois secondes, une ampoule trop résistante est mise en état de fonctionner. En cinq minutes, on dépasse de beaucoup l'état Gessler.

» L'introduction du gaz cesse naturellement aussitôt qu'on retire la flamme.

» Si maintenant on chauffe de nouveau le tube de platine, mais après l'avoir entouré d'une gaine en platine mince qui l'isole du contact de la flamme tout en laissant circuler librement l'air, les gaz précédemment introduits sortent de l'appareil, par osmose encore, et, l'air ne pouvant pénétrer, le vide se rétablit.

» Ces deux opérations peuvent être renouvelées autant de fois que l'on veut.

» Le platine peut être remplacé par d'autres métaux, par le platine iridié, le palladium, le nickel, et même par du fer, dont la perméabilité pour l'hydrogène a été constatée par M. Cailletet.

» Un tube de Crookes étant muni du dispositif précédent, il convient évidemment, avant de le sceller, d'y faire le vide le plus complètement possible. On a ainsi un tube, trop résistant, il est vrai, mais dans lequel le passage du courant ne fera pas dégager de gaz; on amènera ensuite ce tube

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

à l'état de vide voulu, en opérant comme il est dit plus haut, et de manière à l'adapter le mieux possible à la source électrique dont on dispose. Toutes les fois que cela paraîtra nécessaire, on fera de nouveau pénétrer un peu de gaz dans l'ampoule; cette opération peut, sans inconvénient, être faite en marche, au moyen d'un petit chalumeau spécial à manche isolant.

» En général, on n'aura pas à exécuter la manœuvre inverse, consistant à extraire l'hydrogène par osmose, et qui est plus longue que la précédente. Cependant, s'il s'agit d'un tube en quelque sorte usé et devenant trop facilement résistant, il y aura intérêt à l'amener au moins à l'état Gessler, pour le saturer de gaz, puis à y faire le vide à nouveau comme il est dit plus haut.

» L'expérience semble avoir montré, au moins avec certains tubes de platine, que le vide tend à se faire spontanément à la longue, l'hydrogène traversant lentement le platine à froid. Ceci est plutôt un avantage au point de vue pratique, et laisse à l'opérateur toute latitude pour le réglage.

» J'ai fait de nombreuses expériences avec un appareil ainsi disposé, construit pour moi par M. Chabaud; la soudure verre-platine a résisté à de nombreux chauffages, souvent prolongés, et il m'a été possible de passer, autant de fois que j'ai voulu, du vide de Crookes à une pression de quelques millimètres, et inversement.

» Au point de vue théorique ces expériences établissent qu'à 1000° le platine est complètement imperméable à l'air, et que l'osmose de l'hydrogène peut produire non seulement le vide barométrique, mais un vide tel que le courant d'une puissante bobine de Ruhmkorff ne puisse le traverser. »

PHYSIQUE. — *Sur une propriété des écrans fluorescents.* Note de M. **P. Villard** [1], présentée par M. J. Violle.

« Soit un écran fluorescent au platinocyanure de baryum, placé devant un tube de Crookes en activité, un obstacle quelconque, une lame de verre ou de métal par exemple, étant interposé entre le tube et l'écran : si, après quelques minutes d'exposition, on supprime l'obstacle, laissant l'écran exposé seul aux rayons X, on constate que les régions précédemment protégées par l'objet interposé sont maintenant plus lumineuses que les autres,

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

la différence étant d'autant plus marquée que l'obstacle était plus opaque. La surface fluorescente a été impressionnée d'une manière durable, et l'on a ainsi réalisé un écran donnant spontanément, en négatif, une image ou silhouette d'objets absents; cet écran a acquis une propriété qui peut être comparée à celle des miroirs magiques, mais la déformation produite n'est pas d'ordre mécanique comme dans ces derniers.

» L'impression ainsi obtenue sur l'écran est d'ailleurs visible à la lumière ordinaire : les régions qui ont été le plus exposées aux rayons X ont bruni légèrement; il semble qu'une action chimique ait modifié le sel fluorescent.

» Cette impression, persistante si l'écran est conservé à l'obscurité, possède la propriété singulière de disparaître par une exposition suffisante à la lumière ordinaire, ce qui permet de régénérer indéfiniment la surface fluorescente.

» Le platinocyanure de potassium se comporte comme celui de baryum. J'ai vérifié, avec le premier de ces deux corps, que la présence d'un vernis n'est pas nécessaire : l'expérience réussit aussi bien si le sel est simplement déposé sur une lame de verre.

» Au point de vue pratique, on voit qu'il y a tout intérêt à ne pas laisser les écrans fluorescents enfermés à demeure dans les boîtes, en forme de stéréoscope ou autre, que l'on emploie habituellement en fluoroscopie. L'impression produite sur le platinocyanure par les rayons X ayant pour effet de rendre ce sel moins fluorescent, et ne disparaissant qu'à la lumière, il convient que les écrans, quand on ne s'en sert pas, restent librement exposés au jour, afin que la modification due aux rayons X puisse s'effacer dans l'intervalle de deux opérations. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les poids moléculaires des gaz facilement liquéfiables.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai exposé précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 954 et 1030; 1898) une méthode purement physique pour déterminer les poids moléculaires des gaz et les poids atomiques de leurs éléments constituants.

» Je suis parti du principe suivant : *Les poids moléculaires des gaz sont proportionnels à leurs densités limites, prises sous une pression infiniment faible.*

» J'ai fait voir que la densité limite d'un gaz à 0° est égale au produit de

sa densité normale d (c'est-à-dire prise à 0° et sous la pression atmosphérique) par le facteur $1-\varepsilon$, ε étant l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à la loi de Mariotte, entre 0^{atm} et 1^{atm}, à la température de 0°. Cet écart est défini par l'équation de Regnault :

$$(1) \qquad \varepsilon = 1 - \frac{p_0 v_0}{pv} = A_p^{p_0}(p_0 - p),$$

v_0 étant le volume d'une masse de gaz sous la pression normale p_0, v son volume sous la pression p, $A_p^{p_0}$ le coefficient moyen d'écart entre p et p_0.

» Dans le cas actuel, si les pressions sont évaluées en atmosphères, $p=0$, $p_0=1$; l'équation (1) se réduit à $\varepsilon = A_0^1$, et le poids moléculaire du gaz est proportionnel à $(1-A_0^1)d$.

» Tout se réduit donc au calcul de A_0^1. Ce calcul est presque immédiat pour les gaz dits autrefois *permanents*. Les expériences de Regnault montrant que pour ces gaz le coefficient $A_p^{p_0}$ reste sensiblement constant pour des variations de pression égales à 4^{atm} ou 5^{atm}, on peut prendre sans erreur sensible entre 0^{atm} et 1^{atm} l'écart mesuré entre 1^{atm} et 2^{atm}.

» Dans le cas des gaz facilement liquéfiables, le coefficient $A_p^{p_0}$ varie rapidement avec p, et le calcul est plus long, bien que tout aussi exact.

» On connaît en effet, d'une manière très approchée et plus que suffisante pour le cas actuel, la fonction qui lie le volume et la pression d'une masse gazeuse. Non seulement la formule de M. van der Waals représente bien l'allure générale du phénomène, mais, si l'on détermine ses coefficients de manière à satisfaire exactement aux expériences pour une portion de la courbe de compressibilité, elle donne des valeurs numériques fort bonnes pour les portions voisines. Nous poserons donc

$$(2) \qquad p = \frac{RT}{v-\beta} - \frac{\alpha}{v^2},$$

p, v, T étant la pression, le volume, la température centigrade, augmentée de 273°,22, de la masse de gaz considérée; α, β, R trois constantes dont la première représente l'attraction des molécules, la seconde le quadruple de leur volume, la troisième le coefficient de dilatation ([1]). Si l'on choisit pour unité de volume le volume qu'occuperait à 0° et sous la pression normale la masse de gaz, s'il suivait dans ces conditions les lois de Mariotte et de Gay-Lussac [ce qui revient à faire $\lim(pv)=1$ pour $p=0$], R prend pour tous les gaz la même valeur ([2]) 0,003660 ou $\frac{1}{273,22}$, et le nombre

---

([1]) Les formules de Clausius et de M. Sarrau ne diffèrent de celle de M. van der Waals que par l'évaluation de la pression interne, qui est posée égale à $\frac{f(T)}{(v+\gamma)^2}$. Elles n'offrent sur cette dernière aucun avantage dans le cas présent, où l'on envisage une température constante et des faibles pressions.

([2]) Je pose le coefficient d'un gaz parfait égal à 0,003660, c'est-à-dire $\frac{1}{273,22}$, et

des constantes caractéristiques de chaque gaz se réduit à deux. Dans le cas actuel, toutes nos données se rapportent à 0°, et RT = 1, ce qui simplifie les calculs.

» L'équation (2) contenant deux constantes α et β, il nous faut deux conditions pour les déterminer. Comme notre but est de calculer la compressibilité du gaz entre 0^{atm} et 1^{atm}, la première condition imposée à la formule sera de représenter exactement la compressibilité du gaz dans la région voisine où elle a été mesurée avec rigueur, c'est-à-dire de donner exactement le coefficient A_1^2 entre 1^{atm} et 2^{atm}. Le calcul montre que cette condition est exprimée par

$$(3) \qquad A_1^2 = \frac{1-2\beta}{1-2\alpha(1-2\beta)} \; \frac{\alpha(1-3\beta-2\beta^2)-\beta}{1-3\alpha(1-3\beta-2\beta^2)}.$$

» La seconde condition sera empruntée à l'une des particularités caractéristiques de la courbe de compressibilité; celle qui conduit au calcul le plus simple et qui répond en même temps à l'une des propriétés du gaz les mieux déterminées expérimentalement consiste à fixer le rapport $\frac{\alpha}{\beta}$ de manière à retrouver la température critique θ :

$$(4) \qquad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{27}{8} \, \frac{273,22+\theta}{273,22}.$$

» Au moyen des équations (3) et (4) on calcule α et β [1], et l'on porte les valeurs trouvées dans l'expression

$$(5) \qquad A_0^1 = \frac{\alpha(1-\beta)-\beta}{1-\alpha(1-\beta)}.$$

» Le nombre des gaz dont on connaît avec une exactitude suffisante la

---

non à 0,003663, c'est-à-dire $\frac{1}{273}$, comme on le fait d'habitude. Le calcul montre en effet que le coefficient de dilatation unique d'un gaz parfait doit être inférieur aux coefficients de dilatation de tous les gaz, y compris le plus petit des coefficients de l'hydrogène, qui est égal à 0,003661 [*Cf.* Van der Waals (*Continuité de l'état liquide et de l'état gazeux*, trad. française, p. 99), et Leduc (*Journal de Physique*, t. VII, p. 204; 1898)]. On sait d'ailleurs que les expériences toutes différentes de MM. Joule et Thomson sur le travail interne de l'air les ont amenés à placer le zéro absolu, non à −273°,0, mais à −273°,15.

(1) Le calcul se fait par approximations successives. On obtient un premier système de valeurs approchées de α et β, en joignant à la valeur $\frac{\alpha}{\beta}$, donnée par l'équation (4), la valeur $\alpha-\beta$ tirée de l'expression approchée $A_1^2 = \frac{\alpha-\beta}{[1-2(\alpha-\beta)][1-3(\alpha-\beta)]}$.

Les isothermes, tracés par M. Amagat en prenant comme coordonnées pv et p, permettent une discussion géométrique fort simple du problème et une détermination graphique rapide du résultat. Peut-être pourrait-on arriver ainsi à une évaluation aussi précise que par le calcul algébrique. Cette méthode aurait l'avantage de ne rien supposer sur la fonction $f(p, v, T)$ en dehors de ce que donne l'expérience.

densité normale d et le coefficient de compressibilité A_1^2 est assez limité. J'emprunterai ces données aux expériences très précises de M. Leduc [1].

Le Tableau suivant contient : 1° les densités normales par rapport à l'oxygène des gaz : anhydride carbonique, oxyde azoteux, acétylène, acide chlorhydrique, phosphure d'hydrogène, anhydride sulfureux; 2° leurs coefficients de compressibilité A_1^2; 3° les températures critiques θ déterminées par les meilleurs observateurs [2]; 4°, 5°, 6° les coefficients α, β, A_0^1 calculés comme il a été dit [3]; 7° les volumes moléculaires normaux (c'est-à-dire à 0° et sous la pression atmosphérique) $v_m = 1 - A_0^1$ de ces divers gaz; 8° leurs poids moléculaires M, celui de l'oxygène étant posé, par convention, égal à 32.

	O.	CO^2.	Az^2O.	HCl.	C^2H^2.	PH^3.	SO^2.
d	1	1,38324	1,38450	1,14836	0,81938	1,07172	2,04835
A_1^2	0,000760	0,006916	0,007828	0,008132	0,008664	0,009707	0,025992
θ	−118°	31°35	36°0	52°0	37°0	52°8	156°
α	0,001588	0,009131	0,010244	0,010442	0,011278	0,012359	0,028544
β	0,000828	0,002427	0,002682	0,002599	0,002943	0,003069	0,005384
A_0^1	0,00076	0,00674	0,00761	0,00790	0,00840	0,00937	0,02368
v_m	0,99924	0,99326	0,99239	0,99210	0,99160	0,99063	0,97632
M	32	44,000	44,000	36,486	26,020	34,001	64,046

» Dans une prochaine Communication je ferai voir que l'on déduit des poids moléculaires précédents les poids atomiques du carbone, de l'azote, du chlore, du phosphore et du soufre avec une précision égale et dans quelques cas supérieure à celle des meilleures méthodes chimiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés du fluorure de glucinium anhydre et de l'oxyfluorure de glucinium.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Berzélius a indiqué la préparation d'un fluorure de glucinium par l'action de l'acide fluorhydrique sur l'hydrate de glucinium. Ce savant

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 571 et 646, 1897; t. CXXVI, p. 415; 1898.

(2) J'ai pris pour CO^2 le nombre de M. Amagat, pour PH^3 celui de MM. Leduc et Sacerdote, et pour les autres gaz les valeurs inscrites sur les Tableaux de M. Mathias dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

(3) En introduisant ces valeurs de α et β ainsi que la valeur de R indiquée plus haut dans l'équation (2), on obtient des formules préférables à toutes celles qui ont été proposées jusqu'ici pour le calcul de la compressibilité des divers gaz au voisinage de la pression atmosphérique.

décrit ce composé comme un corps soluble dans l'eau en toutes proportions, se desséchant en une masse incolore, transparente, qui se maintient limpide à la température de + 60°, mais perd son eau à 100° en devenant laiteuse; à une température plus élevée, le produit se boursoufle et fond à moitié comme de l'alun. Chauffé au rouge, le sel perd une partie de son acide fluorhydrique si la dessiccation n'a pas été complète, mais le résidu de la calcination se dissout encore dans l'eau en donnant une solution limpide.

» Nous avons repris l'étude de cette réaction et nous avons recherché si le produit obtenu était bien le fluorure de glucinium anhydre. A cet effet, la glucine pure hydratée a été dissoute dans de l'acide fluorhydrique pur, bien exempt de silice et la solution limpide évaporée au bain-marie dans une capsule de platine. Le liquide se concentre en une masse gommeuse que nous avons cependant pu amener sous la forme pulvérulente, en agitant constamment. Cette substance, aussi parfaitement desséchée que possible à 100°, n'est pas du fluorure de glucinium anhydre. Le produit, très déliquescent d'ailleurs, retient toujours de l'eau; sa teneur en glucinium n'a jamais dépassé 17 pour 100.

» Nous avons alors calciné le résidu à différentes températures variant entre 440° et 800°. Au contact de l'air, nous avons observé les phénomènes décrits par Berzélius : fusion partielle, boursouflement de la masse et dissolution complète dans l'eau. L'analyse nous a montré que le produit porté au rouge présentait une composition sensiblement constante, correspondant à un oxyfluorure de formule $5GF^2.2GlO$:

	I.	II.	III.	Théorie pour $5GF^2.2GlO$.
Glucinium	22,01	23,31	22,90	22,26
Fluor	66,97	65,92	66,12	66,54
Oxygène, p. diff.	11,02	10,77	10,98	11,20

» Ces analyses ont été faites sur trois échantillons différents.

» Cet oxyfluorure est un corps blanc presque transparent, se dissolvant complètement dans l'eau. Sa densité à 15° est voisine de 2,01.

» Le fluorure de glucinium anhydre ne peut donc pas être obtenu par la dessiccation du résidu de l'évaporation d'une solution fluorhydrique de glucine hydratée.

» Nous avons alors tenté l'évaporation et la dessiccation dans un courant de gaz fluorhydrique. A cet effet, la matière presque complètement dessé-

(1) Berzélius, *Traité de Chimie*, t. III, p. 468; 2e édition française.

chée au bain-marie était placée dans une nacelle de platine. Cette dernière était disposée dans un tube de même métal, traversé par un courant régulier d'acide fluorhydrique.

» On élevait progressivement la température du tube de platine jusqu'au rouge vif. Après refroidissement, on a retiré de la nacelle de platine, une matière fondue transparente, ressemblant à du verre, très déliquescente, dont la composition est celle d'un fluorure de glucinium GF^2.

» En outre, un anneau de même composition s'était formé au delà de la nacelle. Il était constitué par une partie fondue et vitreuse et aussi par un dépôt pulvérulent de petits cristaux.

» L'analyse de ce composé nous a donné les résultats suivants :

	Trouvé.			Calculé pour GF^2.
Glucinium.......	19,03	19,41	19,52	19,28
Fluor...........	80,90	80,04	80,33	80,72
	99,93	99,45	99,85	100,00

» Nous avons identifié ce fluorure avec celui que nous avions préparé en faisant réagir le fluor ou l'acide fluorhydrique gazeux sur le carbure de glucinium.

» Ces modes de formation du fluorure de glucinium ne permettent que de préparer une petite quantité de ce produit; nous nous sommes proposé de trouver un procédé plus pratique.

» M. Camille Poulenc (1), dans ses recherches sur les fluorures anhydres, a souvent utilisé la calcination des fluorures ammoniacaux. Ce procédé lui a permis d'obtenir, après départ du sel ammoniacal, un fluorure anhydre amorphe ou cristallisé suivant les cas. Nous avons songé à appliquer cette méthode à la préparation du fluorure de glucinium. Le sel double

$$GF^2\,2(AzH^4)F,$$

étudié par Marignac (2), s'obtient très facilement cristallisé et peut être parfaitement desséché. Ce sel, décomposé dans un courant de gaz carbonique ou dans un vase de platine presque hermétiquement clos, nous a donné du fluorure de glucinium anhydre.

» *Propriétés du fluorure de glucinium anhydre.* — Le fluorure de glucinium anhydre se présente sous la forme d'une masse vitreuse transparente ou d'un sublimé de petits cristaux très déliquescents : $D = 2,1$ à $15°$.

(1) POULENC, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. II.

(2) MARIGNAC, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 47.

» Ce fluorure fond à la façon du verre, en prenant l'état pâteux, mais il devient très fluide vers 800°. Il se volatilise notablement à cette température, en donnant un dépôt blanc cristallisé.

» Le fluorure de glucinium se dissout en toute proportion dans l'eau. Il est soluble dans l'alcool absolu en petite quantité, très soluble dans l'alcool à 90°. Le refroidissement d'une solution alcoolique à — 23° fournit une masse blanche à texture cristalline, qui fond très rapidement dès que la température s'élève. L'alcool éthéré le dissout également.

» La plupart des métalloïdes sont sans action sur le fluorure de glucinium. L'oxygène le transforme en oxyfluorure; la vapeur de soufre ne l'altère point à la température de ramollissement du verre.

» Le fluorure de glucinium est attaqué par l'acide sulfurique. Il fournit du sulfate anhydre et de l'acide fluorhydrique.

» Nous n'avons pu dissoudre le fluorure de glucinium dans l'acide fluorhydrique anhydre. En projetant ce fluorure dans l'acide liquéfié, il ne s'est produit aucun échauffement sensible. Cette expérience rend peu probable l'existence d'un fluorure acide de glucinium.

» Le fluorure de glucinium est réduit au rouge par le sodium avec formation de fluorure de sodium et mise en liberté de glucinium métallique. La fusion difficile du fluorure et ses propriétés hygroscopiques rendent ce sel impropre à une préparation facile du métal pur. Avec le potassium, la réaction est beaucoup plus énergique et se produit au-dessous de 500°, avec incandescence. Le lithium se comporte d'une façon identique. Vers 650°, le magnésium décompose le fluorure de glucinium dans les mêmes conditions. A la même température, l'aluminium fond au contact de ce composé sans réagir.

» En résumé, nous avons démontré que la préparation indiquée par Berzélius pour obtenir le fluorure de glucinium conduit à un oxyfluorure de composition sensiblement constante et correspondant à la formule $5GlF^2 2GlO$; en outre, nous avons pu préparer le fluorure anhydre GlF^2 et étudier ses principales propriétés. »

CHIMIE. — *Sur un mode de formation synthétique du carbonylferrocyanure de potassium*. Note de M. **J.-A. Muller**.

« Je n'avais pas réussi, jusqu'ici, à préparer le carbonylferrocyanure de potassium, K^3FeCAz^5CO (¹), en partant du cyanoferrure de potassium.

(¹) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 992; 1887.

J'y suis parvenu récemment d'une façon bien simple en chauffant une solution de prussiate ordinaire dans une atmosphère d'oxyde de carbone.

» En abandonnant à la température ordinaire (15° à 20°), en vase clos, une solution de cyanoferrure de potassium à 200gr de sel cristallisé par litre, en présence d'une quantité un peu plus qu'équimoléculaire d'oxyde de carbone, il ne se produit pas, au bout de quelques heures, de trace appréciable de carbonylferrocyanure; au bout de trente jours, $\frac{1}{4}$ pour 100 de la quantité de prussiate mise en œuvre est transformé en carbonylferrocyanure. A 60°-65°, la transformation est de 4 pour 100 dans le même temps. A 100°, elle est beaucoup plus grande et plus rapide. Enfin, à 130° elle dépasse 90 pour 100, et la réaction est terminée en moins de quarante-huit heures.

» Chauffée à 130° pendant quarante-huit heures, mais en l'absence d'oxyde de carbone, la solution de prussiate précédente ne donne pas trace de carbonylferrocyanure de potassium.

» Pendant le chauffage des solutions de cyanoferrure de potassium, il se forme de l'ammoniaque et du formiate de potassium. Ces deux composés se produisent du reste en quantités équimoléculaires et résultent évidemment de l'hydrolyse de groupes CAzK du ferrocyanure.

» En présence d'oxyde de carbone, la transformation du cyanoferrocyanure de potassium en carbonylferrocyanure peut, d'ailleurs, s'exprimer par l'équation suivante :

$$K^4Fe\overline{CAz}^6 + CO + 2H^2O = K^3Fe\overline{CAz}^5CO + AzH^3 + HCO^2K.$$

» En effet, en déterminant, d'une part, les quantités de cyanoferrure de potassium et d'oxyde de carbone qui ont réagi et, d'autre part, les quantités de carbonylferrocyanure de potassium, d'ammoniaque et de formiate de potassium formées, j'ai trouvé, dans trois expériences faites à 130°, les résultats suivants :

	Exp. I (24h).		Exp. II (48h).		Exp. III (72h).	
	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
$K^4Fe\overline{CAz}^6$ transformé..	0,658	»	0,797	»	0,789	»
CO absorbé..........	0,054	0,050	0,061	0,060	0,062	0,060
$K^3Fe\overline{CAz}^5CO$ formé..	0,585	0,592	0,712	0,716	0,703	0,709
AzH^3 formé..........	0,029	0,030	0,035	0,037	0,035	0,037
HCO^2K formé........	0,147	0,150	0,176	0,182	0,182	0,183

» Le carbonylferrocyanure de potassium formé dans toutes ces réactions présente, vis-à-vis des réactifs, les caractères que j'ai donnés dans mon

premier Mémoire sur ce composé (¹); ce sel n'est pas précipité par le nitrate ou l'acétate de plomb (²) et, dans son dérivé cuivrique, le rapport du cuivre au fer correspond à celui exigé par la formule

$$\mathrm{Cu^3Fe^2\overline{CAz}^{10}C^2O^2}\ (^3),$$

ainsi qu'il résulte des déterminations suivantes, faites sur les carbonylferrocyanures cuivriques provenant de la précipitation des carbonylferrocyanures de potassium, obtenus dans les principales expériences précitées, par l'acétate de cuivre :

	Expériences					
	à 60°.	à 100°.	à 130° (24ʰ).	à 130° (48ʰ).	à 130° (72ʰ).	Calculé.
Valeurs du rapport $\frac{\mathrm{Cu^3}}{\mathrm{Fe^2}}$.	1,677 gr	1,695 gr	1,689 gr	1,684 gr	1,692 gr	1,696 gr

» Je poursuis l'étude de ces cyanures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool tertiaire incomplet, le diméthylhepténol.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Le nouvel alcool tertiaire non saturé, décrit dans ce Mémoire, dérive du lémonol par l'action de la potasse alcoolique; il offre de l'intérêt au double point de vue de son mode de formation à partir d'un alcool primaire, et de sa présence en petites quantités dans certaines essences naturelles.

» La préparation du diméthylhepténol s'effectue de la manière suivante : On chauffe, dans un autoclave en bronze, pendant huit heures, à 150°, un mélange de 200gr de lémonol et de 100gr de potasse dissoute dans très peu d'alcool.

» On précipite par l'eau, on lave la couche huileuse qui s'est séparée avec une dissolution d'acide acétique diluée, puis à l'eau, et l'on sèche. Le liquide obtenu, soumis à deux rectifications dans le vide, fournit un corps

(¹) *Loc. cit.*, p. 993.
(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XVII, p. 94.
(³) *Ibid.*, p. 100.

bouillant à 79° sous 10^mm^. Il donne à l'analyse :

	Trouvé.	Théorie pour $C^9H^{18}O$.
C......................	76,08	76,06
H......................	12,60	12,68

» C'est un liquide incolore, assez mobile, doué d'une odeur rappelant celle de la méthylhepténone naturelle. Il fixe une molécule de brome, et, chauffé à 140° avec de l'anhydride acétique et un peu d'acétate de sodium fondu, il donne un éther acétique bouillant à 84°-86° sous 11^mm^.

	Trouvé.	Théorie pour $C^9H^{17}(OC^2H^3O)$.
C......................	71,54	71,74
H......................	10,95	10,87

» C'est un liquide à odeur aromatique agréable.

» Le corps, obtenu dans les circonstances ci-dessus indiquées, est donc un alcool non saturé de la formule $C^9H^{18}O$ différant de l'alcool générateur par un atome de carbone en moins. J'ai déterminé la constitution du nouvel alcool par l'étude de ses produits d'oxydation. Il donne par l'action du mélange chromique :

» 1° De la diméthylcétone que j'ai caractérisée par son point d'ébullition, son odeur et sa semicarbazone;

» 2° De la méthylhepténone naturelle bouillant à 170°-172°, donnant la semicarbazone fusible à 135°-136° et fournissant à l'analyse les chiffres correspondant à la formule $C^8H^{14}O$;

» 3° Une petite quantité d'acide lévulique provenant de l'oxydation plus profonde de la méthylhepténone et bouillant à 143°-145° sous 10^mm^.

» Dans cette expérience, la diméthylcétone est un produit de destruction de la méthylhepténone qui constitue le produit principal de l'oxydation du diméthylhepténol; il en résulte que ce dernier ne peut être qu'un alcool tertiaire.

» De plus, si l'on compare les formules du nouvel alcool, $C^9H^{18}O$, et de la méthylhepténone $C^8H^{14}O$, on constate tout de suite qu'elles diffèrent par CH^4, et comme la constitution de cette dernière est

$$CH^3 - \underset{\substack{|\\ C}}{C} = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3,$$

celle de l'alcool $C^9H^{18}O$ ne peut être que celle exprimée par la formule

ci-dessous :

$$\underset{\displaystyle CH^3}{CH^3 - \overset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{C(OH)} - CH^3,$$

qui rend compte des réactions observées et qui montre que cette substance est le diméthyl-2.6-heptène-2-ol-6.

» La réaction de la potasse sur le lémonol est à la fois oxydante et hydratante; on peut la représenter par l'équation suivante :

$$\underset{\displaystyle CH^3}{CH^3 - C} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{C} = CH - CH^2OH + O^2$$

$$= \underset{\displaystyle CH^3}{CH^3 - \overset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{C(OH)} - CH^3 + CO^2,$$

l'eau formée dans l'oxydation se fixant sur la double liaison voisine et l'acide alcool ainsi formé perdant CO^2.

» Le diméthylhepténol laissé en contact, à froid et pendant seize heures, avec de l'acide sulfurique à 50 pour 100, et agité fréquemment, fixe une molécule d'eau en donnant un glycol bitertiaire

$$\underset{\displaystyle CH^3}{CH^3 - \overset{|}{C}(OH)} - CH^2 - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{C(OH)} - CH^3.$$

» Dans les conditions où je me suis placé, ce glycol n'est pas stable et il ne m'a pas été possible de l'obtenir en quantité suffisante pour le purifier; il se déshydrate et fournit abondamment l'oxyde de diméthylheptène :

	Trouvé.	Théorie pour $C^9H^{18}O$
C...	75,92	76,06
H.....	12,83	12,68

» Cet anhydride peut être représenté par la formule

```
              CH²
             /  \
        H²C       CH²
   H³C \            / CH³
         C        C
   H³C /    \   /   \ CH³
              O
```

» C'est un liquide mobile, incolore, bouillant à 132°-133° et possédant une forte odeur de menthe et de camphre.

» La transformation du lémonol en diméthylhepténol s'effectue avec de bons rendements si l'on prend soin que la température ne s'élève pas au-dessus de 150°; en répétant l'action de la potasse alcoolique, on arrive à transformer les trois quarts du lémonol en diméthylhepténol; l'autre quart est constitué par des produits visqueux bruns que je n'ai pas examinés.

» J'ajouterai, en terminant, que le diméthylhepténol se rencontre en petites quantités dans l'essence de linaloë. J'ai, en effet, isolé, des portions inférieures de la préparation de l'acétate de licarhodol, un éther acétique de la formule $C^{11}H^{20}O^{2}$, possédant l'odeur de l'acétate de diméthylhepténol et bouillant comme lui à 83°-85° sous 10^{mm}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthane-pyrocatéchine et dérivés.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« Étant donnée l'éthane-pyrocatéchine (1.2-dioxybenzène)

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} O - CH^2 & (1) \\ & | \\ O - CH^2 & (2) \end{matrix}\right.,$$

je me suis proposé d'étudier la stabilité du noyau oxygéné, et de préciser, dans la mesure du possible, son influence sur le noyau aromatique. J'ai été conduit ainsi à préparer un certain nombre de produits de substitution, dont j'ai établi la constitution avec certitude.

» L'éthane-pyrocatéchine a été obtenue déjà par Vorlander (¹) en chauffant en tubes scellés, à 100°, la pyrocatéchine avec de la potasse, du bromure d'éthylène et une petite quantité d'eau. J'ai pu la préparer plus aisément et par grandes quantités en opérant à reflux dans un grand ballon rempli d'hydrogène, de façon à éviter l'oxydation à l'air du mélange réagissant. On chauffe au bain d'huile tant qu'il se dégage des gaz. La réaction terminée, on entraîne l'éthane-pyrocatéchine par la vapeur d'eau.

» Le produit est une huile insoluble dans l'eau, distillant à 216° (corr.); $D_0 = 1,186$.

» Le permanganate de potasse l'attaque à peine, même à l'ébullition.

» L'acide chromique en solution acétique détruit complètement la molécule, avec formation d'acide oxalique et d'acide carbonique, sans qu'il soit possible d'isoler aucun corps intermédiaire de nature neutre, quinonique ou acide.

» Lorsqu'on chauffe l'éthane-pyrocatéchine avec un excès d'acide iodhydrique à l'ébullition, on peut, après l'opération, récupérer la presque totalité du produit mis

(¹) *Lieb. Annal.*, t. CCLXXX, p. 20.

en œuvre. On sait que le même réactif dédouble facilement les éthers phénoliques en phénols et iodures alcooliques. Dans le cas présent, c'est la pyrocatéchine et l'iodure d'éthylène qu'on aurait dû obtenir.

» L'ammoniaque, aqueuse ou alcoolique, est sans action à 190° sur l'éthane-pyrocatéchine.

» *Substitutions dans le noyau oxygéné.* — Pour préparer d'une façon sûre des dérivés de substitution dans le noyau oxygéné, le plus simple est de procéder par voie indirecte. En faisant réagir la dibromhydrine $CH^2Br - CHBr - CH^2OH$ sur la pyrocatéchine disodée, j'ai obtenu un composé alcoolique

$$C^6H^4\begin{cases} O - CH^2 \ (1) \\ \quad\ | \\ O - CH - CH^2OH \ (2) \end{cases},$$

qui cristallise en fines aiguilles blanches, inodores, fondant à 89°-90°, et distille sans décomposition à 283°-286°. L'éther acétique correspondant distille à 185°-188° ($H = 30^{mm}$).

» *Substitutions dans le noyau aromatique.* — L'acide nitrique fournit aisément un dérivé mononitré fusible à 121° (Vorländer). Plusieurs cristallisations successives dans des solvants différents m'ont toujours donné le même corps fondant à 121°. D'où il suit, d'une façon certaine, que, dans la nitration, un seul dérivé nitré prend naissance.

» Quelle en est la constitution? Toute idée de substitution dans le noyau oxygéné étant écartée *a priori*, la théorie prévoit l'existence de deux dérivés mononitrés de l'éthane-pyrocatéchine :

$$(3)\ (AzO^2)C^6H^3\begin{cases} O - CH^2 \ (1) \\ \quad\ | \\ O - CH^2 \ (2) \end{cases} \quad \text{et} \quad (4)\ (AzO^2)C^6H^3\begin{cases} O - CH^2 \ (1) \\ \quad\ | \\ O - CH^2 \ (2 \end{cases}.$$

» Aucun dérivé de l'éthane-pyrocatéchine n'étant encore connu, la question a été longue et délicate à résoudre. La méthode suivie a été la suivante.

» D'une part, l'aldéhyde protocatéchique, dont la constitution est connue, a été transformée en éther éthylénique correspondant, celui-ci en oxime, et l'oxime en nitrile.

» D'autre part, la nitroéthane-pyrocatéchine a donné par réduction une amine, puis celle-ci un nitrile, qui a été comparé au précédent.

» *Aldéhyde éthane-protocatéchique* ou *homopipéronal*. — Ce composé

$$(4)(CHO)C^6H^3\begin{cases} O - CH^2 \\ \quad\ | \\ O - CH^2 \end{cases}$$

s'obtient aisément en faisant réagir le bromure d'éthylène sur l'aldéhyde protocatéchique disodée. Comme ce produit nouveau se trouve être l'homologue immédiatement supérieur du pipéronal, je l'appellerai *homopipéronal*. Il cristallise en longues et fixes aiguilles blanches, brillantes, soyeuses, fondant à 50°-51°,5; il distille sans décomposition à 299°. Son odeur est fine et agréable. Ce corps n'a pas encore été rencontré dans la nature.

» La phénylhydrazone correspondante $C^9H^8O^2 = Az^2HC^6H^5$ fond à 107°-108°; l'oxime $C^9H^8O^2 = AzOH$ fond à 75°-75°,5; le nitrile qui en dérive par déshydratation $C^8H^7O^2CAz$ cristallise en fines aiguilles, fusibles à 105°.

» *Base* $(AzH^2)C^6H^3.O^2C^2H^4$. — Elle prend naissance dans la réduction par le chlorure stanneux de la nitroéthane-pyrocatéchine. C'est une huile lourde, épaisse, insoluble dans l'eau, distillant exactement à 162° ($H = 9^{mm}$).

» Le chlorhydrate $HCl.AzH^2.C^6H^3.O^2C^2H^4$ se décompose à partir de 220°, et le picrate $(AzH^2C^6H^3.O^2C^2H^4).C^6H^2(OH)(AzO^2)^3$ à partir de 180°. Le chloroplatinate $(HCl.AzH^2C^6H^3.O^2C^2H^4)^2PtCl^4$ fond à 213° (corr.) en se décomposant.

» Le diazoïque, traité par le cyanure cuivreux, donne un nitrile complètement identique au nitrile homopipéronylique qui se forme dans la déshydratation de l'homopipéronaloxime (voir plus haut). L'acide provenant de sa saponification fond à 137°.

» La constitution de la nitroéthane-pyrocatéchine et de tous ses dérivés découle immédiatement de cette étude; les groupes substituants dans le noyau aromatique (AzO^2, AzH^2, CAz, CO^2H sont situés en position (4). Ce fait définit nettement l'influence du noyau oxygéné sur le noyau aromatique.

» Rappelons que l'éther diméthylique de la pyrocatéchine, nitré dans des conditions analogues [1], conduit à un dérivé de constitution analogue, le groupement AzO^2 se plaçant en position para par rapport à l'une des deux fonctions éther-oxyde.

» *Conclusions.* — L'éthane-pyrocatéchine se comporte, à la stabilité près, comme un éther dialcoolique ordinaire d'orthodiphénol, et l'influence sur le noyau aromatique de la fonction éther-éthylénique, qui forme à elle seule le noyau oxygéné, est analogue à celle de deux fonctions éther-oxyde à chaîne ouverte.

» Il est bon de faire remarquer, à ce propos, combien est différente l'action réciproque des deux noyaux benzéniques du naphtalène, le nitronaphtalène obtenu par nitration directe étant, non pas un dérivé (4) comme dans le cas précédent, mais un dérivé (3). »

---

[1] Ch. Moureu, *Sur la vératrylamine* (*Comptes rendus*, 1896).

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de l'Anguille commune en haute mer.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Dans les collections que S. A. S. le Prince Albert de Monaco a communiquées au laboratoire d'Ichtyologie du Muséum d'Histoire naturelle, se trouve un Poisson, que rendent curieux les circonstances dans lesquelles il a été pris par M. le capitaine Chaves, directeur de l'observatoire de Punta Delgada. Il a été retiré par celui-ci de l'estomac d'un Cachalot et, on le sait, ces Cétodontes se nourrissent d'animaux inférieurs, surtout de Céphalopodes, dont on rencontre les débris dans leur tube digestif, à l'exclusion, semblait-il, de toute autre proie.

» Ce Poisson, anguilliforme, est long d'environ 90^{cm} et de la grosseur du bras ; son poids peut être estimé à 1500^{gr} ou 2000^{gr}; l'action des sucs digestifs l'a peu altéré, aussi est-il possible d'en déterminer très exactement les caractères. C'est un Apode; le tissu osseux, examiné sur une côte et sur l'apophyse transverse d'une vertèbre, présente de véritables ostéoplastes; le vomer est intimement soudé avec les intermaxillaires en une masse unique et les maxillaires, très allongés, armés de dents fines et égales, entrent dans la composition de la mâchoire supérieure, particularités qui conviennent très exactement au sous-ordre auquel je rapporte ce Poisson; il ne présente pas d'ailleurs de nageoires ventrales ; les pectorales, bien distinctes, sont placées en arrière d'un orifice branchial étroit, latéral.

» Pour la détermination du genre, un caractère important se tire de la présence d'écailles de la forme habituelle dans ce groupe, quand elles s'y rencontrent, c'est-à-dire du type sous-épidermique. Cinq genres peuvent être cités comme pourvus de ces organes : *Simenchelys, Ilyophis, Histiobranchus, Synaphobranchus, Anguilla.* Pour les trois premiers, la nageoire dorsale commence très en avant, au-dessus de la pectorale ou très peu après elle; ici son origine est à 27^{cm} du rostre, c'est-à-dire vers le tiers antérieur du corps, à plus de deux longueurs de tête en arrière de l'orifice branchial. Les *Synaphobranchus* ont les orifices branchiaux réunis dans une fossette commune sur la ligne médio-ventrale. C'est donc au genre *Anguilla* qu'appartient l'individu ici étudié, les autres caractères venant d'ailleurs confirmer cette conclusion. Il doit même, sans entrer dans de plus amples détails, être assimilé à l'Anguille vulgaire (*Anguilla anguilla* Linné).

» Cette capture, dans de telles circonstances, non seulement confirme le fait incontesté que l'Anguille descend à la mer, mais encore montre que dans certains cas elle s'y avance assez loin pour devenir la proie d'animaux qui ne vivent qu'au large, comme les grands Cétacés. D'autre part, plusieurs ichthyologistes ont supposé que les individus de taille exception-

nelle, dépassant le poids de 500gr à 800gr, qui se rencontrent de temps à autre dans les étangs, devaient être regardés comme des femelles stériles sédentaires dans les eaux douces; l'observation du capitaine Chaves parlerait contre cette hypothèse.

» En raison de l'obscurité qui entoure encore le mode de reproduction de cette espèce, le fait mérite de fixer l'attention, car on n'en a pas cité, je crois, d'analogue, la présence des Anguilles dans leur migration annuelle n'ayant été constatée jusqu'ici, en eau salée, qu'à l'embouchure des cours d'eau et dans les régions absolument littorales, jamais en pleine mer. Peut-être font-elles alors partie de cette faune pélagique, qui ne paraît jamais à la surface et de même ne touche jamais le fond, faune dont les découvertes déjà faites par S. A. S. le prince Albert de Monaco, dans des circonstances analogues (1), permettent aujourd'hui d'entrevoir l'existence. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement d'*Alpheus minus *Say*. Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Chez certains Alphéidés, le développement de la larve peut être, dans la même espèce, avancé ou retardé, suivant les individus et les conditions dans lesquelles ils se trouvent, ainsi que j'ai pu m'en assurer en comparant, sous ce rapport, des spécimens d'*Alpheus minus* (Say) de la mer des Antilles et d'autres recueillis dans le golfe de Californie, à l'île de San José.

» Chez les premiers, le développement est très abrégé. Ainsi que l'ont vu Brooks et Herrick sur des exemplaires (2) vivant aux îles Bahama en commensaux d'une Éponge, la larve possède, au sortir de l'œuf, tous les

(1) *Notes sur un Cachalot* (*Bull. Muséum Hist. nat.*, t. I, p. 305; 24 décembre 1895).

(2) Brooks et Herrick (*Mem. of the national Acad. of Sciences*, Washington, vol. V; 1891) nomment cette espèce *Alpheus Saulcyi*, var. *brevicarpus*. J'ai signalé son identité avec les types d'*Alpheus minus* Say, conservés au British Muséum, et montré qu'il convenait de la ranger avec les formes analogues, dans le genre *Synalpheus* sp. Bate (H. Coutière, *Bulletin de la Société entomologique*, nos 7 et 8, 1898). L'espèce décrite et figurée par Brooks et Herrick (*loc. cit.*, Vol. I, p. 465) sous le nom de *A. minus* ou de *A. minor* n'est synonyme ni de *Synalpheus minus* Say, ni de *Alpheus minor* de Haan. Elle est vraisemblablement très voisine de *A. Packardi* Kingsley et de *A. Bermudensis* Bate.

appendices de l'adulte. Les deux premières paires de pattes thoraciques sont munies de pinces didactyles, la paire antérieure étant, comme chez l'adulte, nettement asymétrique. Toutes, sauf la cinquième paire, portent un exopodite. J'ai constaté la parfaite exactitude de ces faits sur un spécimen long de 43^{mm} et portant environ 170 œufs sur le point d'éclore. Le plus grand diamètre de ceux-ci est 1^{mm},75; la larve mesure près de 4^{mm} entre le bord antérieur des pédoncules oculaires et l'extrémité du telson (1).

» Parmi les exemplaires d'*Alpheus minus* provenant de San José, se trouvent plusieurs femelles dont l'une, longue de 40^{mm}, porte près de 400 œufs en voie d'éclosion. Les larves, dont beaucoup ont l'abdomen et les appendices normalement étendus, mesurent seulement 2^{mm},5 et sont dans un état de développement beaucoup moins avancé que les précédentes.

» Les pattes thoraciques des paires 1, 2 et 5 existent seules à l'état de rudiments. Les deux premières sont formées d'un endopodite et d'un exopodite presque égaux, l'un et l'autre cylindriques et sans divisions apparentes. Le rudiment de la cinquième paire est, comme chez la plupart des *Lucyphotes* (Boas), dépourvu d'exopodite. L'abdomen, dont tous les segments sont distincts, ne possède encore aucun appendice. Les rames externes des uropodes sont seules visibles par transparence sous la cuticule du telson.

» Les larves de cette femelle recueillie à San José sont celles qu'on observe normalement chez la plupart des espèces d'*Alpheus*. Elles se distinguent déjà, cependant, par une légère accélération du développement: la zoë habituelle d'*Alpheus* ne possède que les rudiments des pattes thoraciques 1 et 5, le sixième segment abdominal n'est pas encore distinct du telson et ne porte aucune trace des uropodes.

» Ce cas remarquable de pœcilogonie chez *Alpheus minus* Say, est à rapprocher des différences de même ordre signalées par Boas (*Zool. Jahrb. System.*, Bd 4, p. 793; 1889) entre les variétés de *Palæmonetes varians* habitant soit les eaux douces, soit la mer. Toutefois, les adultes d'*Alpheus minus*, séparés seulement par une légère diversité d'habitat (2), sont rigoureusement identiques jusque dans les moindres détails, tels que le point de

(1) Cet Alphée avait été trouvé, avec plusieurs autres de la même espèce, par l'expédition du *Blake* à Key-West, par 1 ou 2 brasses de profondeur. J'ignore si ces crustacés vivaient en commensaux d'une Éponge.

(2) Les exemplaires de San José ont été recueillis dans les Madrépores de cette localité par M. Léon Diguet, voyageur du Muséum.

bifurcation du fouet externe antennulaire et le nombre de rangées obliques de soies sur le cinquième propodite.

» Je crois nécessaire d'insister sur cette identité, en raison du cas beaucoup plus complexe signalé par Brooks et Herrick (*loc. cit.*, pp. 365, 378, Pl. 16 à 20), chez *Alpheus heterochelis* Say. La larve de cette espèce qui, à Nassau (Bahama), est une zoë ordinaire d'*Alpheus* est, d'après ces auteurs, tout à fait différente à Beaufort (North Carolina) par le nombre et le mode d'apparition des appendices présents. Enfin, d'après Packard (*Amer. Natur.*, Vol. XV; 1881), *A. heterochelis* de Key-West, vivant comme *A. minus*, dans les Éponges, éclôt de même, avec tous les appendices de l'adulte. Ces remarquables observations demanderaient à être précisées par les diagnoses rigoureuses des adultes. Les spécimens de Nassau et de Beaufort sont déjà, d'après Herrick, deux variétés distinctes, et peut-être faut-il voir, dans *A. heterochelis* de Key-West (Packard) une forme voisine plus distincte encore, *Alpheus microrynchus* de Man (*Zool. Jahrb. Syst.*, Bd. 9, p. 752; 1897), possédant des œufs en petit nombre, volumineux, et dont le développement est indubitablement très abrégé. »

BOTANIQUE. — *Origine de la structure des lenticelles.* Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les lenticelles ont été étudiées par un assez grand nombre d'auteurs, parmi lesquels Hugo Mohl ([1]), Trécul ([2]), Stahl ([3]), Haberlandt ([4]), Klebahn ([5]), etc. ont publié les travaux les plus importants. Il est admis aujourd'hui que les lenticelles sont des petites plages de périderme poreux, c'est-à-dire des régions étroites dans lesquelles le liège et le phelloderme sous-jacent possèdent des méats entre leurs cellules.

» L'activité de l'assise génératrice (phellogène) y est, du reste, plus considérable, de telle sorte que cette assise donne, en dehors, un liège

---

([1]) Hugo Mohl, *Flora*, 1836, et *Verm. Schriften*, 1845.

([2]) Trécul, *Comptes rendus*, t. LXXIII; 1871.

([3]) Stahl, *Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen* (*Bot. Zeitung*; 1873).

([4]) Haberlandt, *Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen* (*Sitzungsberichte der K. Akad. der Wiss. in Wien*, Bd. 72; 1875).

([5]) Klebahn, *Die Rindenporen* (*Inaug. Dissert.*, Iéna, 1884).

plus épais, en dedans un phelloderme également plus épais, d'où résulte une forme de lentille biconvexe.

» Stahl appelle les cellules du liège lenticellaire des *cellules comblantes*. Ces cellules forment, en effet, dans la lenticelle, une masse qui la remplit et déborde au dehors; elles présentent ce caractère d'être tardivement subérifiées et moins que celles du vrai liège. Ce ne serait que de temps à autre, à la fin de la période végétative ou plusieurs fois dans l'année, que l'assise génératrice donnerait naissance à un liège plus dense, comparable au liège ordinaire, et formant ce que Stahl appelle les *couches de fermeture* et les *raies intermédiaires*. Klebahn a reconnu, en particulier, ce fait important que jamais les cellules comblantes ne sont subérifiées. Il les regarde, du reste, ainsi que Stahl, comme formées *par un cloisonnement centripète de l'assise génératrice*, et les assimile, à cause de cela, au pheloïde de von Höhnel, c'est-à-dire à un vrai liège non subérifié, intercalé au milieu du liège subérifié.

» J'ai repris l'étude du développement et de l'évolution des lenticelles, et j'ai pu me convaincre que l'opinion devenue classique à ce sujet est le plus souvent erronée. Dans presque tous les cas, *les cellules comblantes représentent du phelloderme plus ou moins transformé et non pas du liège non subérifié*. L'ancienne assise génératrice a cessé de fonctionner et il s'en est formé une nouvelle à une certaine profondeur, rejetant une portion du phelloderme qui produit les cellules comblantes. En un mot, *les lenticelles sont de petites plages, comparables au rhytidome, présentant des péridermes successifs,* mais avec cette particularité que les nouveaux cloisonnements se produisent en général dans le phelloderme et non dans l'écorce primaire. De nouveaux cloisonnements apparaissant au milieu d'une file radiale de cellules, si l'on n'assiste pas au début même de ces cloisonnements nouveaux, il ne vient pas à la pensée qu'un déplacement ait pu se faire : la nouvelle assise génératrice est prise pour l'ancienne et les cellules du phelloderme situées au-dessus sont prises pour de jeunes cellules de liège issues d'un cloisonnement très rapide. L'erreur est d'autant plus facile à faire que très souvent les cellules phellodermiques ainsi rejetées sont hypertrophiées et devenues méconnaissables. L'ancien phellogène subit du reste le même sort, ce qui achève de rendre l'erreur à peu près inévitable si l'on n'a pas suivi tout le développement.

» La réalité des changements que j'indique ici a pu être établie sur un ensemble de faits concordants, parmi lesquels je citerai les suivants :

» 1° Dans certaines plantes (exemple : *Salix*, *Coriaria*), toutes les lenticelles

situées en haut des branches vigoureuses éclatent largement au printemps, et il s'établit une nouvelle assise génératrice très profonde, taillée à la fois dans l'écorce primaire (sous le milieu de la lenticelle) et dans le phelloderme (sur les côtés). Ces inclusions d'écorce primaire démontrent amplement le déplacement de l'assise génératrice.

» 2° Sur ces mêmes plantes et sur beaucoup d'autres on trouve des lenticelles s'ouvrant moins complètement; le phelloderme, souvent très épais en hiver, y devient subitement beaucoup plus mince au printemps, principalement au milieu de la lenticelle, juste dans la région où il se trouvait le plus épais. Ce fait avait été observé par Klebahn qui en avait soupçonné la cause sans s'y arrêter.

» 3° En examinant des lenticelles au printemps, à un moment favorable, on peut assister aux premiers débuts du cloisonnement : dans certaines files cellulaires du phelloderme on ne voit encore aucun changement; dans d'autres, une ou deux cellules situées à une certaine distance de l'ancien phellogène commencent à grandir et à se cloisonner : c'est le début de la nouvelle assise génératrice. Ces faits s'observent aussi bien quand il n'y a pas hypertrophie partielle du phelloderme (*Quercus*) que lorsque celle-ci a lieu (*Coriaria, Sambucus*).

» 4° On peut, dans quelques cas particulièrement favorables, rencontrer des lenticelles où l'hypertrophie du phelloderme est déjà notable sur plusieurs assises, *sans aucun cloisonnement au-dessous*. L'ancien phellogène lui-même est ainsi hypertrophié; chacune de ses cellules devient une cellule comblante (*Gleditschia*, etc.).

» On rencontre, à côté, d'autres lenticelles un peu plus avancées, montrant les nouveaux cloisonnements à la limite interne des cellules hypertrophiées.

» 5° En plaçant des rameaux dans l'eau, ou plus simplement dans l'air humide, on voit, au bout de peu de jours, une hypertrophie considérable se produire : c'est aux dépens des cellules du phelloderme. Chaque cellule s'allonge énormément vers l'extérieur, de sorte que la masse entière devient tellement volumineuse, qu'elle fait hernie au dehors, après avoir brisé les couches de fermeture. L'hypertrophie peut gagner même l'écorce primaire; au début, on n'observe aucun cloisonnement, mais les cellules profondes, peu ou point hypertrophiées, se cloisonnent bientôt sur une, deux ou trois assises, donnant ainsi une nouvelle zone génératrice.

» Ces derniers faits, observés sur un grand nombre de plantes, apportent une démonstration expérimentale absolument décisive. Ils montrent que les cellules du phelloderme sont capables de s'hypertrophier et de se cloisonner avec la plus grande facilité, *et que la lenticelle est une petite région en voie de continuelle accommodation aux conditions d'humidité extérieure.*

» J'ai pu, du reste, par cette voie expérimentale, obtenir sur quelques sujets des lenticelles présentant simultanément deux ou trois assises génératrices superposées.

» L'assise génératrice nouvelle, quelle que soit la profondeur à laquelle elle s'est établie, donne des cellules nouvelles, surtout vers l'intérieur, par cloisonnement centrifuge, de sorte qu'au bout de quelque temps le phello-

derme a repris son épaisseur primitive. Toutefois, il se produit aussi quelques cellules vers l'extérieur, *et ces cellules subérifient presque toujours immédiatement leurs membranes*. Ce sont ces cellules subérifiées qui représentent seules le véritable liège lenticellaire.

» Conclusions. — 1° *L'assise génératrice des lenticelles n'est pas ordinairement une assise permanente. Elle cesse de fonctionner en se transformant tandis qu'il s'en établit une nouvelle plus profonde dans le phelloderme, assez souvent aussi dans l'écorce primaire.*

» 2° *Les cellules arrondies ou allongées qui remplissent fréquemment les lenticelles, et que l'on regarde généralement comme un liège non subérifié, représentent en réalité du phelloderme modifié inclus au milieu de péridermes successifs.*

» 3° *Le seul vrai liège des lenticelles, à développement centripète, est représenté par les couches appelées* raies intermédiaires *ou* couches de fermeture, *c'est-à-dire par des cellules subérifiées beaucoup plus intimement unies que les cellules comblantes et ayant les caractères essentiels du véritable liège.*

BOTANIQUE. — *Sur l'origine du thalle des Cutlériacées*. Note de M. C. Sauvageau, présentée par M. Guignard.

« Le thalle des *Cutleria* et des *Zanardinia* a une structure bien particulière, puisqu'on pourrait le comparer à des filaments d'*Ectocarpus* soudés latéralement; mais, malgré les recherches entreprises sur ce sujet, on ignore complètement comment il prend naissance, et les observations faites sur la germination des éléments reproducteurs sont loin d'être concordantes (¹).

» On sait que deux types de germination ont été obtenus : celui de Thuret et celui de M. Falkenberg. Le développement parthénogénétique des oosphères du *Cutleria multifida* a donné à Thuret des plantules ressemblant à un très jeune *Ectocarpus*, mais on ignore leur sort ultérieur. Il semble que M. Reinke a obtenu quelque chose de semblable à Naples avec les oosphères fécondées des *Zanardinia*, aussi bien qu'avec les zoospores de la même plante. Mais, d'après M. Falkenberg, les oosphères du *Cutleria*

(¹) C. Sauvageau, *Remarques sur la reproduction des Phéosporées et en particulier des* Ectocarpus (*Ann. Sc. nat.*, VIIIᵉ série, t. II; 1896).

multifida ne germent à Naples qu'après avoir subi la fécondation; elles donnent des plantules à croissance lente, composées d'un petit prothalle dressé, à la base duquel se développe une lame perpendiculaire qui ne peut nullement être comparée à un *Cutleria*, et l'auteur admet qu'elle deviendra ultérieurement un *Aglaozonia*. Il y aurait alternance de génération et l'*Aglaozonia* serait la forme asexuée du *Cutleria*. M. Falkenberg ayant obtenu ces plantules en grande abondance, sans jamais voir la forme figurée par Thuret, soupçonne Thuret de s'être trompé et d'avoir représenté des germinations d'*Ectocarpus* et non de *Cutleria*. Tout récemment, M. Church a obtenu à Plymouth la forme falkenbergienne de germination par le développement parthénogénétique des oosphères de ce même *Cutleria multifida*, et des filaments dressés portant des anthéridies par la germination de zoospores d'*Aglaozonia reptans*, filaments comparables à la variété *confervoides* du *C. multifida* rencontré à Helgoland par M. Kuckuck.

» Le *Cutleria adspersa* a été étudié par M. de Janczewski à Antibes en 1883. Pour lui, les seules oosphères fécondées germent; elles donnent un petit prothalle à symétrie dorsiventrale, qui ne semble pas devoir produire d'expansion latérale comme celui des cultures de M. Falkenberg.

» J'ai observé le *Cutleria adspersa* à Guéthary (Basses-Pyrénées) (¹), et comme le très lent développement des germinations des *Cutleria* dans les cultures, signalé par tous les auteurs précédents, dépend probablement des conditions imparfaites d'existence auxquelles on les soumet, j'ai pensé à chercher des plantules développées dans la nature. En effet, sur les thalles même du *Cutleria*, j'ai trouvé en avril et en mai les deux formes de germination, vivant en épiphytes, celle de Thuret et celle de M. Falkenberg; elles croissent isolées ou pêle-mêle, sur les thalles mâles ou femelles, sur les sores ou sur les espaces stériles.

» A. — Le dessin publié par Thuret correspond parfaitement à la réalité. Un filament de germination se dresse, tout à fait semblable alors à un filament d'un jeune *Ectocarpus;* bientôt, quelques-unes de ses cellules inférieures émettent chacune une branche monosiphoniée, qui s'élève parallèlement au premier filament et contre lui; puis, ces branches se ramifient de même et adhèrent l'une à l'autre par leur base. La plantule, attachée au substratum par quelques rhizoïdes devenant de plus en plus nombreux, est alors formée par une sorte de tige compacte due à la soudure des branches dressées, terminée par un bouquet de filaments libres, identiques aux cils qui bordent le thalle du *Cutleria*, chacun des cils étant l'extrémité d'une des branches.

(¹) C. Sauvageau, *Note préliminaire sur les Algues marines du golfe de Gascogne* (*Journal de Botanique*, t. XI, 1897).

Au fur et à mesure que la tige grossit, par augmentation du nombre des branches dressées et soudées, la partie libre s'étale, s'évase, et la plantule se termine alors par un petit entonnoir formé par les cils, soudés eux-mêmes inférieurement. Bientôt, la tige compacte ne s'accroît plus en longueur ni en largeur, les cils se ramifient à leur base et dans le même plan, de sorte que l'entonnoir s'élargit progressivement, en même temps qu'il s'allonge par le cloisonnement transversal simultané de chacun des cils. Si l'accroissement est parfaitement régulier, la plantule devient un entonnoir à section circulaire, à bord cilié et porté par un pied solide, mais souvent il se déchire suivant une génératrice, et s'étale en une lame triangulaire, parfois aussi en deux ou trois lames triangulaires. Cette déchirure se produit d'ailleurs nécessairement plus tôt ou plus tard. Quoi qu'il en soit, à partir de ce moment, la plantule possède tous les caractères d'un thalle jeune de *Cutleria adspersa*.

» B. La forme décrite par M. Falkenberg se retrouve aussi parfaitement caractérisée, et à tous les états du développement. Les premiers états sont de petites colonnettes dressées perpendiculairement au substratum, fixées par quelques crampons, et dont le cloisonnement est d'abord uniquement transversal; elles correspondent tout à fait aux plus jeunes plantules représentées par M. de Janczewski ; puis, apparaissent des cloisonnements longitudinaux et un ou parfois deux poils terminaux. Un bourgeonnement unilatéral des cellules de la colonnette, ou des cellules situées tout près de la base, produit une lame rampante qui s'accroît par sa périphérie à la manière d'un *Aglaozonia*, de telle sorte que la colonnette, totalement excentrique, semble insérée à l'extrémité de cette lame. Assez généralement, une touffe de poils apparaît sur la lame rampante tout près de la base; plus tard, d'autres se développent à sa surface. Les plus grandes lames rampantes que j'ai vues jusqu'à présent atteignent un millimètre à un millimètre et demi; elles s'appliquent sur le substratum sans s'y attacher, et sont fixées seulement par les rhizoïdes de la colonnette; celle-ci est sans doute destinée à disparaître ultérieurement, car elle se brise facilement à sa base.

» Les deux sortes de germinations sont toujours nettement distinctes, et il n'y a jamais de formes de passage entre elles.

» Les observations précédentes prouvent : 1° que les germinations obtenues par Thuret, bien loin d'être dues à une erreur, étaient au contraire le début d'un vrai thalle de *Cutleria;* les thalles du *Cutleria multifida* et du *Cutleria adspersa* se développent donc de la même manière, et celui du *Zanardinia*, qui a la même structure, a nécessairement aussi la même origine : l'affinité que j'ai indiquée (*loc. cit.*) entre les *Cutleria* et les *Ectocarpus* est confirmée par cette étude; 2° que les germinations obtenues par M. Falkenberg ne sont pas limitées à des cultures de laboratoire, mais se retrouvent aussi dans la nature; 3° que les deux modes de germination ne sont pas dus à des différences de lieu, de saison, ni de température, puisqu'on les rencontre simultanément et côte à côte sur un même substratum.

» Par contre, ces observations nous laissent dans l'ignorance sur la nature des éléments reproducteurs qui produisent ces plantules, mais je

publierai prochainement les résultats que j'ai obtenus dans mes expériences. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Septoria graminum *Desm., destructeur des feuilles du Blé.* Note de M. **L. Mangin**, présentée par M. Guignard.

« Parmi les diverses espèces de Champignons que l'on trouve sur les feuilles du Blé et des autres céréales, diverses espèces de *Septoria*, notamment le *Septoria graminum* Desm., ont récemment attiré l'attention.

» Considérée d'abord comme un saprophyte développé sur des feuilles languissantes ou parvenues au terme de leur existence, cette espèce, fréquente au printemps sur les feuilles des Blés d'hiver, a été rangée au nombre des parasites par M. Frank (¹) dans une revision des Champignons des céréales; un de ses élèves, M. Krüger (²), a essayé de fournir la démonstration expérimentale du parasitisme. Les essais entrepris ont bien montré une altération des points inoculés, mais, malgré les précautions prises pour assurer la pureté des semis, le résultat demeure incertain, M. Krüger n'ayant pas obtenu les fructifications du *Septoria graminum*.

» J'ai pu cette année, grâce à l'obligeance de M. Brandin, membre de la Société nationale d'Agriculture, qui dirige avec tant de succès une exploitation importante à Galande (Seine-et-Marne), faire des observations complètes sur le parasitisme de cette espèce.

» L'hiver doux et pluvieux que nous venons de traverser a été favorable à l'extension des parasites, car, dès le commencement de février, je trouvais déjà un grand nombre de feuilles remplies de pycnides avec des spores en bon état de germination.

» L'examen des feuilles a révélé la présence exclusive d'un *Septoria*, dont les pycnides sont plus du double de celles que M. Frank signale pour le *S. graminum;* elles atteignaient 160^{μ} à 200^{μ}, mais les spores sont semblables à celles de cette espèce. La dimension des pycnides n'est pas, comme nous le verrons plus loin, un caractère aussi constant que l'indique la description de Desmazières (³).

(¹) Frank, *Die unseren deutschen Getreidepilze* (*Beriche d. D. Bot. Gesells.*, Bd. 13; 1895).

(²) Kruеger, *Beiträge zur Kenntniss von Septoria graminum* (*Berichte d. D. Bot. Gesells.*, Bd. 13; 1895).

(³) J.-B. Desmazières, *Dixième Notice sur quelques plantes cryptogames, la plu-*

» Ces pycnides s'ouvrent au-dessous des stomates pour laisser échapper les spores filiformes, flexueuses, homogènes. L'épiderme des parties envahies, traité par les réactifs iodés, montre çà et là, parfois en grand nombre, des taches incolores ou à peine colorées portant au centre une, parfois deux perforations complètes représentant, sans aucun doute, la voie d'introduction des filaments mycéliens.

» Les spores germent facilement et forment en même temps, comme M. Krüger l'a montré, des tubes mycéliens et des spores secondaires ou sporidies, les variations du milieu de culture déterminant la prédominance de la forme mycélienne ou de la forme dissociée.

» A plusieurs reprises, en février et en mars, j'ai semé sur le Blé des spores de *Septoria* recueillies en isolant les pycnides mûres et en les plaçant dans l'eau distillée bouillie. Les feuilles de Blé étaient maintenues appliquées contre des fragments de papier à filtrer, humectés avec l'eau contenant les spores. Au bout de trois à cinq jours, les feuilles examinées étaient couvertes de spores en voie de germination, les unes produisant des filaments mycéliens, d'autres les spores secondaires. Seules, les spores ayant formé un mycélium ont pénétré dans la plante hospitalière; les hyphes sécrètent sans doute une substance très active qui fait disparaître la cellulose autour du point attaqué et facilite la perforation de l'épiderme. L'action novice exercée par les filaments mycéliens est si rapide que les cellules épidermiques n'ont pas le temps de sécréter une gaine plus ou moins épaisse de cellulose constituant, pour d'autres Champignons du Blé, une protection parfois efficace contre l'invasion.

» Enfin, le 17 avril, j'ai semé de nouveau les spores sur des plantules de Blé au moyen d'un pulvérisateur déposant l'eau qui les tenait en suspension sous la forme de fines gouttelettes; pendant trois jours, les plantules ont été recouvertes d'une cloche destinée à supprimer l'évaporation de l'eau et à favoriser la germination et l'infection. Sept jours après, le 24 avril, toutes les feuilles développées au moment des semis ont commencé à jaunir; les taches jaunes, d'abord petites et nombreuses, donnaient aux pousses de Blé un aspect panaché particulier; bientôt la teinte jaune s'est étendue et la teinte verte a disparu.

» Enfin, le 30 avril, les feuilles ont pris par place, soit à l'extrémité, soit en un point de leur longueur, une teinte blanchâtre et, au milieu des

part inédites, récemment découvertes en France (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 2e série, t. XIX, p. 335).

cellules mortes, les pycnides caractéristiques du *Septoria graminum* font leur apparition.

» Ces pycnides sont d'abord invisibles à l'œil nu ; elles ont au maximum 100μ de diamètre ; leur dimension moyenne oscille autour de 85μ ; à cet état, elles répondent bien à la description qu'en a donnée Desmazières ; plus tard elles deviennent volumineuses et atteignent les dimensions que j'ai signalées pour les Blés récoltés à Galande.

» La preuve du parasitisme du *Septoria graminum* est donc faite et, en même temps, l'influence des pluies prolongées de l'hiver et du printemps sur la propagation de ce parasite est mise en évidence par les essais d'inoculation. Le contraste frappant que présentent les plants inoculés, à pousses chétives, à feuilles étroites et jaunies, vis-à-vis des plants témoins, à pousses vigoureuses, à feuilles larges, d'un vert foncé, donne une idée des ravages que peut exercer le *Septoria graminum* sur les champs de Blé en hiver et au printemps. »

HISTOLOGIE. — *Insertion, sous forme de revêtement épithélial continu, des pieds des fibres névrogliques sur la limitante marginale d'un névraxe adulte.* Note de M. **J. Renaut**, présentée par M. A. Chauveau.

« I. J'ai démontré, dès 1882 (¹), que la névroglie, tenue jusque-là pour une variété particulière du tissu conjonctif, n'est autre chose qu'une formation épithéliale pure et simple. Les histologistes s'étant à peu près tous rangés à ma manière de voir, je ne reviendrais pas sur le sujet si le récent travail de Weigert (²) n'avait rouvert la question. Par sa méthode, il teint en bleu pur toutes les fibres de la névroglie, tandis qu'en revanche toutes les cellules de celle-ci restent incolores. Les fibres névrogliques et les cellules semblent donc répondre à deux formations distinctes ou du moins devenues indépendantes, exactement comme dans un tissu connectif. Le problème de la signification de la névroglie en tant que tissu et des fibres névrogliques en tant qu'éléments de ce même tissu se trouve donc posé une fois de plus. Les faits que je vais exposer contribueront, je l'espère, à avancer de beaucoup la solution définitive.

(¹) J. Renaut, *Recherches sur les centres nerveux amyéliniques : I. La névroglie et l'épendyme* (*Arch. de Physiologie*, avril 1882).

(²) C. Weigert, *Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia* (*Festschrift, etc.;* Frankfurt a. M., 3 nov. 1895).

» II. Il me faut tout d'abord rappeler des faits connus pour faire comprendre les faits nouveaux. On sait que le dispositif de soutien, représentant la névroglie, se réduit (ou peu s'en faut), dans la portion du névraxe répondant à la rétine, aux *fibres de Müller*, qui sont au premier chef des cellules épithéliales; car elles traversent le neuro-épithélium de part en part, en insérant leur pôle libre sur la limitante externe, et leurs pieds arqués sur la limitante interne où ils interceptent les champs bien connus, polygonaux, inégaux, sans noyau, mis en évidence dès 1863 par Schelske (¹) par la méthode de l'argent. Sur sa ligne de base, le neuro-épithélium rétinien est ainsi rendu continu, comme un épithélium ordinaire, par le concours jointif de tous les pieds de ses cellules de soutien, soudés par un ciment qui réduit le nitrate d'argent. La rétine étant une portion du névraxe, là donc où, sur la marge de celui-ci, on trouvera des champs de Schelske, on pourra conclure que chacun d'eux répond à l'insertion basale d'un pied soit unique, soit subdivisé en pieds secondaires, d'une cellule épithéliale dont le corps reste engagé dans le névraxe, et au fond homologue d'une fibre de Müller de la rétine.

» III. Cela posé, j'extrais du canal rachidien, entre deux incisions transversales, en le tirant comme d'un fourreau, un segment quelconque de la moelle rubanée d'une Lamproie vivante. Je le lave à l'eau distillée; puis je l'imprègne d'argent à l'aide du mélange osmio-picro-argentique et je le monte dans le baume, à plat, par les procédés ordinaires. Ce segment devenu transparent se montre imprégné d'argent sur toute sa surface, exactement à la façon de la limitante interne d'une rétine quelconque. La moelle est limitée sur sa marge et sur ses deux faces par un revêtement continu très élégant, constitué par des champs basaux caractéristiques, mais beaucoup plus petits que ceux de la limitante rétinienne. On peut répéter cette observation pour l'encéphale en l'imprégnant en bloc, puis en levant sur son pourtour des coupes tangentielles après l'avoir durci par l'alcool. Partout donc, à la limitante marginale du névraxe adulte, répond ici un revêtement continu, de signification épithéliale, *formé par des pieds de cellules juxtaposés entre eux et soudés jointifs par un ciment*. C'est là en somme ici encore le dispositif banal d'un épithélium de revêtement quelconque sur sa ligne de base.

» Sur les coupes transversales de la moelle imprégnée d'argent, on

(¹) R. Schelske, *Ueber die Membrana limitans der menschlichen Netzhaut* (*Virchow's Archiv*, t. XXVIII, p. 482; 1863).

reconnaît d'autre part que chaque champ de Schelske répond à l'implantation perpendiculaire, sur la vitrée, du pied d'une fibre névroglique légèrement élargi en cône. De plus, on peut s'assurer que l'insertion des pieds se fait, non pas directement sur le tissu conjonctif, mais bien sur une membrane propre ou vitrée distincte. Un hasard heureux de dissociation m'a permis de dégager la vitrée, comme un pan d'étoffe libre, tout à la fois des champs dessinés par l'argent que la moelle emporte avec elle, et de la mince pie-mère vasculaire. C'est une membrane idéalement mince, élastique, transparente comme le verre et ne renfermant aucun noyau. En revanche, elle porte l'empreinte des pieds et de leurs champs ou plateaux basaux, sous forme de petits godets limités par des lignes brillantes sur lesquelles l'argent ne se réduit point du tout.

» On peut constater que la plupart des fibres névrogliques qui se terminent par un pied, répondant à un champ de Schelske, n'ont aucun rapport avec l'épithélium épendymaire et ne sont donc pas les terminaisons de ses forces radiales ou arquées. Elles vont s'engager dans le réseau serré des fibres et des cellules névrogliques de la substance grise et y rejoignent ces dernières cellules. D'autre part, la méthode du chromate d'argent met aisément en évidence la chute, directe ou indirecte sur la vitrée, de la majeure partie des fibres névrogliques issues des *astrocytes* étrangers au rang des cellules épendymaires bordant le canal central. Il en résulte qu'il faut conclure que toutes ces fibres, insérées sur la marge du névraxe par un pied terminé par un plateau basal soudé à ses voisins en ordonnance épithéliale, *ont à la fois la valeur de pieds de cellules épithéliales et celle de fibres névrogliques*. Les champs de Schelske sont d'ailleurs à la fois, de leur côté, si nombreux et si petits, qu'il saute aux yeux qu'il y en a au moins un pour insérer le prolongement basal d'insertion de toutes les cellules névrogliques renfermées dans le névraxe, si nombreuses soient-elles et à quelque catégorie qu'elles appartiennent. Je laisse pour le moment la question de savoir si, outre leurs pieds d'insertion ayant évolué en fibres névrogliques, les cellules de la névroglie en émettent d'autres qui se comporteraient autrement. Mais je conclurai que les cellules de la névroglie sont toutes sans exception des cellules épithéliales, puisqu'elles sont reliées à la vitrée du névraxe (du moins quand il s'achève sur son type primordial) par un ou plusieurs pieds d'insertion, différenciés en fibres névrogliques entre la cellule qui les émet et le plateau basal qui les termine. Il suit également de là que les fibres névrogliques ne sont pas des formations indépendantes des cellules névrogliques. Elles ne sem-

blent telles, probablement, sur les préparations faites par la méthode de Weigert, que parce que celle-ci vise *electivement* la différenciation histochimique qu'elles ont subie et à laquelle le corps cellulaire n'a pas participé. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des microrganismes des vins tournés* ([1]). Note de MM. F. **Bordas**, **Joulin** et **de Raczkowski**, présentée par M. d'Arsonval ([2]).

« Dans une Note communiquée précédemment, nous avons exposé l'étude d'un bacille, le *bacillus roseus vini*, que nous avons rencontré tantôt seul, tantôt associé à divers autres microrganismes, dans un grand nombre de vins présentant les caractères des vins tournés.

» Ces microrganismes affectent, dans nos milieux de culture, les formes de filaments longs, courts ou épais, de bâtonnets, et enfin de coccis. Cultivés dans des conditions identiques de milieu et de température, les germes de chaque espèce se distinguent entre eux par leurs propriétés biologiques.

» Dans la Note que nous venons de rappeler, nous avons donné l'analyse de l'un des vins desquels nous avions isolé le *B. roseus vini*, en insistant sur ce fait qu'il se trouvait associé, dans ce vin, à un second bacille présentant également la forme filamenteuse, mais exerçant une action sur le tartre. C'est l'étude de ce bacille qui fait l'objet de la présente Communication.

» Nous l'avons isolé en ensemençant abondamment, avec du dépôt du vin, le milieu nutritif suivant :

Peptone....................	10,00
Sulfate d'ammoniaque	4,71
Phosphate d'ammoniaque ...	0,75
Sulfate de magnésie	0,10
Glucose....................	10,00
Eau	2000,00
Potasse	9,5 pour alcaliniser légèrement.

» Le liquide ensemencé a été maintenu à l'étuve à 37° jusqu'à ce qu'il se troublât nettement. On a effectué alors une série de passages dans des milieux obtenus en faisant varier la densité du liquide précédent, c'est-

([1]) Travail fait au Laboratoire municipal.

([2]) *Comptes rendus*, séance du 4 avril 1898.

à-dire dont on a ramené à 1500, 1000, 500 la proportion d'eau. Sans cette précaution, la culture reste languissante et ne donne pas de colonies sur milieu gélatiné. Ayant obtenu une culture suffisamment abondante par ce dernier passage, nous avons fait des ensemencements en stries (sans recharger le fil de platine) sur plaque dont le milieu nutritif était constitué par la solution de composition précédemment établie, additionnée de gélatine et de glycérine dans les proportions respectives de 10 pour 100. Les cultures ont été abandonnées à la température du laboratoire (environ 19°).

» Le développement du bacille s'est manifesté douze ou quinze jours après l'ensemencement par de très petits points brillants, incolores, réguliers, translucides, ne liquéfiant pas la gélatine, qui ont pris naissance sur le trajet de la strie. Plus tard, les colonies sont devenues opalescentes mais n'ont pas augmenté de volume. Nous avons ensemencé séparément dans notre milieu liquide celles qui se trouvaient suffisamment isolées les unes des autres.

» Le bacille se développe très lentement dans le milieu peptoné en donnant un léger trouble après huit ou dix jours d'ensemencement et à 37°. Il se présente au microscope sous la forme de filaments de longueur variable, 8^{μ} à 12^{μ}, et d'une largeur de $0^{\mu},8$. Ces filaments sont très mobiles, réunis souvent deux à deux et à angle droit; ils ne prennent pas le gram; transforment lentement les nitrates en nitrites; coagulent le lait après huit jours; ne possèdent pas de spores; ne donnent pas d'indol; résistent à une dessiccation de six mois; sont tués par une minute d'exposition à la température de 65°; les cultures en bouillon se stérilisent en une minute à 50°.

» En l'ensemençant dans le milieu peptoné dans lequel on a porté la proportion de glucose à 20^{gr}, remplacé le glucose par 10^{gr} de glycérine ou par 3^{gr} de tartre, l'examen des cultures faites au bout d'un mois a donné les résultats suivants :

		Glucose 20 pour 1000.	Glycérine 10 pour 1000.	Tartre 2,48 pour 1000.
Acidité totale en potasse	pour 1000. . .	0,864	0,213	»
Acidité volatile	» . . .	0,210	0,112	»
Acidité fixe	» . . .	0,612	0,060	»
Acide carbonique	» . . .	0,027	0,016	»
Glucose, glycérine et tartre	» . . .	17,00	6,50	1,25

» Les acides volatils étaient constitués par de l'acide acétique, et les acides fixes par de l'acide lactique dans le milieu glycériné, tandis que

dans le milieu glucosé nous avons dosé 0,369 d'acide succinique qui a été nettement caractérisé. L'excédent d'acidité n'était certainement pas dû à de l'acide lactique. L'action du bacille sur la glycérine ne donne pas de dioxyacétone, contrairement à celle du *Bacillus roseus vini* qui en produit dans les mêmes conditions. Enfin nous n'avons pas observé la présence d'alcools.

» Ensemencé dans le vin, ce bacille le trouble, diminue l'intensité de sa couleur et produit, au bout de vingt jours, une sensible diminution du tartre et du glucose, ainsi qu'une légère augmentation de l'acidité. Il s'y développe très lentement et ce n'est certainement qu'après plusieurs mois que l'on peut espérer constater des différences bien appréciables dans la composition du liquide.

» Il est intéressant de comparer ses principales propriétés avec celles du *Bacillus roseus vini*, cultivés tous deux dans des conditions identiques. Il ne donne jamais de voile, se développe dans les milieux contenant plus de 3^{gr} de tartre par litre, agit faiblement sur le glucose et la glycérine, produit de l'*acide succinique* avec la première substance et ne donne pas de dioxyacétone avec la seconde. Le *B. roseus vini*, au contraire, se développe toujours en surface, ne cultive pas dans les liquides contenant cette proportion de tartre, agit énergiquement sur le glucose et la glycérine et donne de l'*acide lactique* dans le premier cas et de la dioxyacétone dans le second.

» Il est généralement admis que ce sont les vins dont la richesse alcoolique et la proportion de tartre sont peu élevées qui peuvent être accessibles à la maladie de la tourne. Nous relevons, parmi ceux desquels nous avons isolé nos bacilles, des vins qui ne remplissent nullement ces conditions. On peut voir, en outre (Tableau ci-joint), que, d'après des dosages effectués au bout d'un certain temps, l'augmentation d'acidité est due pour les uns à des acides fixes et à de l'acidité volatile pour les autres (quoique ceux-ci fussent exempts de *Mycoderma aceti*). Il est à remarquer enfin que la présence de filaments n'implique pas absolument la diminution du tartre (n° 3).

	1.		2.		3.		4.	
	Initial.	Après 1 mois.	Initial.	Après [illegible] mois.	Initial.	Après [illegible] mois.	Initial.	Après [illegible] mois.
Alcool pour 100 en volume.......	12,4	12,2	12,2	[illegible]	11,5	11,4	11,0	11,0
Tartre par litre....	2,76	0,87	2,53	0,87	[illegible]	2,08	3,21	0,87
Sucre réducteur »	3,58	»	1,94	1,92	[illegible]	0,80	1,85	0,78
Acidité totale SO^4H^2 » ...	3,02	5,88	[illegible]	5,44	[illegible]	4,11	[illegible]	5,68
Acidité volatile »	2,49	4,36	[illegible]	3,02	[illegible]	[illegible]	2,79	3,80
Acidité fixe » ...	0,53	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,37	0,56	1,13	[illegible]

	5.		6.		7.		8.	
	Initial	Après 17 mois.	Initial	Après 7 mois.	Initial	Après 6 mois.	Initial	Après 9 mois.
Alcool pour 100 en volume.......	9,0	8,9	12,0	»	9,5	9,1	10,8	11,0
Tartre par litre....	2,46	0,80	2,53	0,65	3,13	0,65	0,65	0,65
Sucre réducteur » ...	1,46	0,54	6,32	»	1,38	6,70 (1)	0,80	0,60
Acidité totale SO^4H^2 »	4,85	6,56	2,96	4,56	3,50	5,41	4,92	5,88
Acidité volatile »	3,77	3,75	2,30	»	3,12	3,63	3,52	3,78
Acidité fixe »	1,08	[illegible],81	0,66	»	0,38	1,78	1,40	2,10

MÉDECINE. — *Des verres périscopiques.* Note de M. **Ostwalt**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les personnes condamnées au port de lunettes sont toujours gênées par la déformation que subissent les images des objets aussitôt qu'elles ne les regardent pas tout droit en face, mais plus ou moins de côté. Pour avoir des images nettes, ces personnes sont donc forcées de renoncer pour ainsi dire aux mouvements associés de latéralité des yeux et de les remplacer par des mouvements de la tête.

» Pour obvier à cet inconvénient, Wollaston a, il y aura bientôt un siècle, introduit dans la pratique les verres dits *périscopiques*, c'est-à-dire les verres affectant la forme de ménisques à surface convexe dirigée vers la lumière et surface concave tournée du côté de l'œil.

» Or on sait que chaque numéro de verre de lunettes est représenté par une infinité de ménisques de plus en plus bombés. Il se pose, dès lors, la question de savoir quelle est, pour chaque verre correcteur, la forme de ménisque qui donne les meilleurs résultats au point de vue de la diminution de la déformation des objets vus à travers des points excentriques de ces verres.

» Ni Wollaston, ni aucun autre auteur après lui n'ont formulé des règles à ce sujet. C'est là probablement la raison pour laquelle les ménisques ne sont pas devenus d'un usage encore plus courant, malgré les avantages indéniables qu'ils présentent pour une grande catégorie de verres, avantages qui sont tellement réels que bien des personnes qui les ont adoptés une fois ne veulent plus des verres bisphériques ordinaires.

» Je me suis appliqué à essayer de combler la lacune susmentionnée et de déterminer, pour les différentes lentilles, la forme la plus avantageuse

(1) Ce vin contenait de la dioxyacétone.

du ménisque, dont le choix était jusqu'ici complètement abandonné au libre arbitre de l'opticien.

» Pour ce faire, j'ai étudié, tant pour les verres concaves que pour les verres convexes, la forme de l'image d'un point situé à l'infini et latéralement par rapport à la position primaire de l'axe visuel, de sorte que l'œil devait, pour le voir, dévier de 25° de sa position primaire.

» J'ai comparé les images formées dans ces conditions-là par la réfraction à travers la partie excentrique correspondante des verres bisphériques, des verres plans-sphériques et des verres méniscoïdes de plus en plus bombés.

» On sait, depuis Thomas Young, que l'image d'un point dont les rayons tombent obliquement *au centre* d'une lentille cesse d'être ponctiforme et devient astigmatique, lors même qu'on suppose le faisceau incident infiniment mince. Les rayons situés dans le plan de la déviation de l'objet sont plus fortement réfractés, se réunissent plus près de la lentille que les rayons perpendiculaires à ce plan de déviation. Mais même ces derniers rayons sont encore plus fortement réfractés que les rayons parallèles émanant d'un point lumineux situé à l'infini *sur l'arc optique* de la lentille. La lentille oblique agit donc à peu près comme cette même lentille non oblique, mais combinée avec un verre sphéro-cylindrique dont les deux composantes doivent augmenter à mesure que l'obliquité de la lentille ou, ce qui revient au même, l'obliquité de l'incidence du faisceau parallèle accroît.

» Pour le cas *l'incidence oblique au centre du verre* les verres plans-sphériques et les verres méniscoïdes ne se comportent pas autrement que les verres bisphériques, à la condition que l'épaisseur de tous ces verres-là soit négligeable; le degré d'astigmatisme composé, correspondant à un degré donné d'incidence oblique *centrale*, est donc pour tous le même, ainsi qu'il résulte des formules données par Ludimar Hermann.

» Il n'en est pas de même pour l'astigmatisme qui prend naissance lorsqu'un faisceau parallèle mince traverse obliquement *une partie excentrique* de ces mêmes lentilles. Dans ce cas les lentilles de même pouvoir réfringent dans l'axe optique se comportent tout à fait différemment selon leur forme. Cela résulte à l'évidence de mes calculs et des courbes que j'ai construites avec les valeurs trouvées. Le travail plus explicite que je vais publier sous peu va apporter les preuves de ce que je viens d'énoncer. On y verra que, dans la série des verres concaves de 0 à 12 dioptries, l'as-

tigmatisme, qui, pour le verre bisphérique, est dans le cas d'incidence oblique excentrique de mêmes sens et forme que dans le cas d'incidence oblique centrale, change même de sens pour un certain nombre de ménisques de plus en plus bombés, pour reprendre sa première forme quand la courbure des ménisques augmente encore davantage. Avant de changer de signe, l'astigmatisme doit forcément passer par o. Il y a donc, pour les verres concaves ci-dessus désignés, chaque fois deux ménisques pour lesquels *l'astigmatisme et, par conséquent, la déformation des objets situés latéralement à l'infini sont théoriquement nuls.*

» L'un de ces deux ménisques est toujours peu bombé ; sa convexité est, au maximum, égale à celle d'un verre plan-convexe de 2,5 à 3 dioptries. Pour la plupart des verres concaves en question le ménisque *anastigmate* le moins bombé diffère même peu d'un verre plan-concave. Il est donc facile à fabriquer et son aberration de sphéricité est modérée et pratiquement sans importance.

» Quant *aux verres convexes*, mes calculs m'ont démontré que, contrairement à ce que les auteurs ont cru jusqu'ici, la forme méniscoïde n'offre pour eux que très peu d'avantage. Il n'y a pas de ménisques convergents *anastigmates* pour la réfraction oblique excentrique, et pour que l'astigmatisme fût sensiblement amoindri dans ces conditions-là, il faudrait avoir recours à des ménisques excessivement bombés, entachés d'une aberration de sphéricité énorme et d'un poids insupportable.

» Contrairement à ce qu'on pensait à ce sujet (voir Nagel, Bull et autres), la forme périscopique est donc sans grande utilité pour les verres convexes, tandis que pour les verres concaves les ménisques fabriqués d'après les règles que je vais exposer tout au long dans mon travail détaillé DEVRAIENT ABSOLUMENT REMPLACER LES VERRES BICONCAVES ORDINAIRES. J'ai construit, avec les données de mes calculs, une courbe qui indique pour tous les verres concaves prescrits en Oculistique la forme du ménisque la plus avantageuse pour la vision décentrée. Cette courbe devrait, à l'avenir, toujours guider l'opticien.

» J'ai aussi vérifié expérimentalement l'exactitude de mes calculs dans deux cas de myopie (de 4,0 et de 9,0 dioptries) qui se prêtaient tout particulièrement à ce genre de recherches, grâce à l'état parfait de la vision et à l'absence complète d'altérations ophtalmoscopiques et d'astigmatisme oculaire. J'y ai comparé, dans des conditions d'expérience rigoureuses, la vision centrale dans le regard droit avec celle qui s'observait dans le regard

latéral, et cela tant pour l'œil pourvu d'un verre biconcave que pour l'œil muni de ménisques de plus en plus bombés. Les résultats de ces expériences étaient en harmonie complète avec mes calculs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations commandées par la Lune dans la pression et les composantes horizontales du vent. Esquisse de discussion des formules. Génération des dépressions.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Si l'on applique les formules [1] à un seul astre et qu'on supprime le coefficient de son attraction, elles deviennent :

» $\Sigma = \sin\delta \sin\lambda + \cos\delta \cos\lambda \cos\alpha$, une sinusoïde à écart $\cos\delta \cos\lambda$ sur l'abscisse $+ \sin\delta \sin\lambda$;

» $\gamma = \cos\delta \sin\alpha$, une sinusoïde à écart $\cos\delta$ sur tous les parallèles;

» $\gamma' = - \sin\delta \cos\lambda + \cos\delta \sin\lambda \cos\alpha$ (ou Σ de $90° + \lambda$), une sinusoïde à écart $\cos\delta \sin\lambda$ sur l'abscisse $- \sin\delta \cos\lambda$.

» Si l'on prend la déclinaison moyenne $\delta = 0$, on a $\Sigma = \cos\lambda \cos\alpha$; $\gamma = \sin\alpha$; $\gamma' = \sin\lambda \cos\alpha$.

» C'est à ces trois ondes qu'on arriverait en combinant des observations de longue durée et en éliminant l'action solaire, ce qu'on peut faire avec une très suffisante approximation. Mais c'est en vain qu'on multiplierait les harmoniques pour arriver à représenter les situations successives par un ensemble d'ondes en mouvement. On trouve, il est vrai, des formes harmoniques dans les courbes annulaires données, sur un parallèle, par les moyennes en une situation déterminée de l'astre; comme les ondes simples, ces harmoniques ne sont que des *substrata*, des règles pour établir des jalonnements à travers la complexité des faits.

» Les courbes annulaires sont très différentes pour une même déclinaison de l'astre, suivant qu'elle est ascendante ou descendante. Cela tient à ce que les hauteurs des diagrammes représentent des sommes d'actions instantanées variant dans un sens différent.

» Soit δ boréale. On a, sur les deux hémisphères :

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, nos 14, 16 et 18, et spécialement p. 1054 et 1055. On prend pour origine le méridien de l'astre à l'instant considéré.

Méridien de dépression (côté de l'astre).		Orthogonal E.		Méridien de compression (opposé).		Orthogonal W.	
γ, onde uniforme pour tout le globe : $\cos\delta \sin\alpha$.							
$\gamma = 0$		$\gamma = -\cos\delta$		$\gamma = 0$		$\gamma = +\cos\delta$	
Pôle Nord :							
$\gamma' = +\cos\delta$	$\Sigma = +\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = +\sin\delta$	$\gamma' = -\cos\delta$	$\Sigma = +\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = +\sin\delta$
$\lambda = 90^\circ - \delta$:							
$\gamma' = +\cos 2\delta$	$\Sigma = +\sin 2\delta$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = +\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\gamma' = -1$	$\Sigma = 0$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = +\frac{1}{2}\sin 2\delta$
$\lambda = \delta$:							
$\gamma' = 0$	$\Sigma = +1$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = +\sin 2\delta$	$\gamma' = -\sin 2\delta$	$\Sigma = -\cos 2\delta$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = +\sin^2\delta$
Équateur :							
$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = +\cos\delta$	$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = 0$	$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = -\cos\delta$	$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = 0$
$\lambda = -\delta$:							
$\gamma' = -\sin 2\delta$	$\Sigma = +\cos 2\delta$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = -\sin^2\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = -1$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = -\sin^2\delta$
$\lambda = -90^\circ + \delta$:							
$\gamma' = -1$	$\Sigma = 0$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\gamma' = +\cos 2\delta$	$\Sigma = -\sin 2\delta$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$
Pôle Sud :							
$\gamma' = -\cos\delta$	$\Sigma = -\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = -\sin\delta$	$\gamma' = +\cos\delta$	$\Sigma = -\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = -\sin\delta$

» Ces valeurs, où la parallaxe est provisoirement négligée, correspondent, on le sait, à un cylindre d'attraction, tangent à la Terre en rotation et dont l'axe fait avec l'équateur l'angle δ. Si l'on tient compte de la variation de L', l'enveloppe atmosphérique est plus soulevée sous la Lune et moins comprimée à l'antipode, qu'elle n'est tirée sur le cercle tangent.

» Tels qu'ils se trouvent ainsi groupés, les mouvements dus à l'attraction de la Lune, avaient été antérieurement mis en lumière par la discussion des observations simultanées [1].

[1] Voir, en particulier, *Comptes rendus*, n° 20 (1896), *Relations entre les mouvements lunaires et les mouvements barométriques sur l'hémisphère boréal* (et la Note jointe aux diagrammes déposés en avril 1897).

» Ne pas oublier :

» Que, par suite de la proximité de la Lune, les effets sont très notablement plus forts que ne le ferait supposer la petitesse de l'action instantanée;

» Que, à la rencontre de deux courants opposés, où l'on a γ ou $\gamma' = 0$, l'impulsion est devenue nulle, mais les courants ont les vitesses contraires accumulées.

» Bornons-nous à un coup d'œil sur ce qui se passe au méridien de la Lune.

» D'un pôle à l'autre, nous avons des vibrations perpendiculaires sur ce méridien, dues à la rencontre des γ opposés.

» Au point de soulèvement maximum nous avons, en outre, des vibrations suivant le méridien, dues à la rencontre des γ'.

» De là, autour de ce point, des vibrations circulaires, que les déviations des γ' et l'afflux de l'air ambiant changent rapidement en rotation du sens propre à l'hémisphère, pendant que la Lune continue à soulever, disjoindre et subdiviser les couches superposées ([1]).

» Le tourbillon ainsi formé, emporté vers l'W, est retardé dans sa marche par la résistance de l'air, qui augmente sa composante W. Il reste de plus en plus en arrière du méridien de dépression et reçoit constamment de l'équateur le vent S, — sin δ. Après avoir rejoint des tourbillons antérieurs ou avoir été repris par le méridien de dépression du jour suivant, il tourne vers le N aux abords du méridien continental, où il est renforcé et chargé pour la marche vers NE par d'autres mouvements affluents.

» Ici encore, on trouverait des périodes harmoniques s'il n'y avait en jeu que l'attraction lunaire et si l'effet de cette attraction était uniformément varié.

» Le Tableau fait pressentir comme effets de la Lune, agissant seuls ou en concordance avec ceux du Soleil et des reliefs la tendance des dépressions à modeler leur marche vers le NE sur la marche en longitude de la Lune autour de la Terre, leur retour vers le S, l'envoi au tourbillon polaire, en Lune ou Soleil boréal, de dépressions détachées sur le méridien marin, au-dessous de la latitude $90° - \delta$, etc., etc. »

([1]) *Comptes rendus*, n° 16 (1898), p. 1173.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre du* 6 *mai* 1898. Documents communiqués par M. **Mascart**.

Comme suite aux documents communiqués par M. Lœwy dans la dernière séance, M. Mascart transmet les observations suivantes :

« A l'École normale de Chambéry, M. *Jullien* a constaté un tremblement de terre assez violent, à $1^h 25^m$; les oscillations ont duré de cinq à six secondes, leur direction était du nord au sud.

» A Annecy, M. *Guerby* signale une légère secousse d'une seconde environ, à $1^h 20^m$.

» A l'observatoire de Saint-Genis-Laval, M. *André* signale des oscillations magnétiques, faibles sur l'appareil bifilaire et plus marquées sur le déclinomètre. Elles ont commencé à $1^h 20^m$ et le calme était rétabli à $1^h 27^m$.

» Un fait analogue s'est produit à Genève, d'après M. *Soret*, à $2^h 10^m 20^s$ en temps moyen de l'Europe centrale, ce qui correspond à $1^h 20^m 40^s$ de Paris.

» Les courbes magnétiques du Parc Saint-Maur ne portent aucune trace apparente du phénomène.

» D'autre part, les séismographes de Lyon, Grenoble et Genève n'ont pas été affectés par cette secousse. »

M. G. **Perry** adresse une Note de Physique mathématique ayant pour titre « Sur le mouvement conjugué du mouvement de concentration ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1898.

Traité d'Analyse des substances minérales, par Adolphe Carnot, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, etc. Tome premier : *Méthodes générales d'Analyse qualitative et quantitative*. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Les Actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. N° 4. 30 avril 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Mémoires originaux des Créateurs de la Photographie, annotés et commentés par R. Colson, Capitaine du Génie, Répétiteur de Physique à l'École Polytechnique. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

Annuaire géologique universel, par L. Carez, Docteur ès Sciences, avec le concours de M. A. Peron, pour l'Algérie et la Tunisie. Année 1897. Tome XIV. Paris, avril 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Technique et applications des rayons X. Traité pratique de Radioscopie et de Radiographie, par G.-H. Niewenglowski, Préparateur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Paris, 1898; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. le Professeur Édouard Heckel. 5e année. 4e Volume. 1897. Marseille, Barlatier, 1898; 1 vol. in-8°.

Lignières (Cher), ancienne station lacustre (avec une Notice posthume de M. Porcheron), par Lucien Jeny. Bourges, H. Sire, 1898; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Archives du Musée Teyler. Série II, vol. V, quatrième Partie. Série II, vol. VI, première Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 2 fasc. in-8°.

Transactions of the twenty-eighth and twenty-ninth annual meetings of the Kansas Academy of Science (1895-1896). Volume XV. Kansas, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

Séance du 9 mai 1898.)

Note de M. *P. Villard,* Sur les rayons cathodiques :

Page 1340, ligne 31, *au lieu de* remarqué, *lisez* marqué.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 30 mai sera remise au mardi 31.

Notice sur M. Souillart, *Correspondant pour la Section d'Astronomie;* par **M. O. Callandreau.**

« Il y a une année à peine, M. Souillart était élu Correspondant en remplacement de M. Gyldén. L'Académie voulait montrer dans quelle estime elle tenait le savant Auteur qui, pendant une trentaine d'années, avait consacré ses loisirs à l'étude de la théorie des satellites de Jupiter et réussi à apporter d'importants compléments au chef-d'œuvre de Laplace.

» C'est dans l'enseignement de M. Puiseux à l'École Normale que M. Souillart puisa le goût des travaux de Mécanique céleste. Plus tard, le perfec-

tionnement de la théorie des satellites de Jupiter lui fut recommandé comme sujet de thèse. L'*Essai sur la théorie analytique des satellites de Jupiter*, inséré en 1865 dans les *Annales de l'École Normale*, contenait en germe deux grands Mémoires : l'un, publié, en 1880, dans le Recueil de la Société Royale astronomique de Londres, consacré à la théorie analytique du mouvement des satellites; l'autre, faisant partie du tome XXX des *Mémoires des Savants étrangers*, consacré à la réduction des formules en nombres. On ne doit pas omettre de citer à la suite la série de Notes parues dans les tomes X, XI et XII du *Bulletin astronomique*.

» L'ensemble de ces travaux a servi de base à l'exposition que M. Tisserand a faite de la théorie des satellites de Jupiter dans le tome IV de son *Traité de Mécanique céleste*. La théorie de M. Souillart est en quelque sorte parallèle à celle de Laplace; la méthode de la variation des constantes, avec le perfectionnement indiqué par Poisson pour tenir compte de la variation rapide de certains éléments, est employée d'une manière systématique.

» M. Souillart a su se borner; il a concentré son activité scientifique sur un sujet d'un intérêt exceptionnel : les satellites de Jupiter nous offrent, dit Laplace, par la promptitude de leurs révolutions, tous les grands changements que le temps ne développe qu'avec une extrême lenteur dans le système planétaire.

» Savant modeste et laborieux, M. Souillart s'est astreint à suivre Laplace, en le complétant au besoin. Cependant son nom restera dans la Science aussi bien que s'il s'était essayé à des recherches originales.

» Il ne faut pas oublier ici un autre titre à la reconnaissance des astronomes et des savants : le concours très utile qu'il apporta à la réimpression des Œuvres de Laplace, sous les auspices de l'Académie.

» M. Souillart était sorti d'une condition modeste. Ses heureuses dispositions pour les Lettres aussi bien que pour les Sciences le prédestinaient à l'École Normale où il entra en 1851. Au sortir de l'École, il fut successivement professeur au lycée de Saint-Omer, professeur de Mathématiques spéciales et en même temps attaché à la Faculté des Sciences de Nancy; enfin, en 1873, professeur de Mécanique rationnelle à la Faculté des Sciences de Lille et, quelques années plus tard, d'Astronomie. Notre Confrère, M. Boussinesq, pendant quatorze ans, à Lille, collègue de M. Souillart, a pu apprécier la nature délicate de l'homme, la modestie du savant.

» Le désir de M. Souillart, sur la fin de sa vie, était de voir poursuivre ses travaux par un jeune astronome jusqu'à la construction des Tables. Il

faut espérer que ce désir sera réalisé. Sans doute, il s'agit là d'une entreprise de longue haleine qui réclame de la persévérance. Mais l'exemple même de M. Souillart ne montre-t-il pas tout le profit qu'il y a pour un savant à ne pas disperser ses efforts? »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques relatives aux périodes des intégrales doubles et aux cycles à deux dimensions dans les surfaces algébriques*. Note de M. **Émile Picard**.

« 1. Dans l'étude des intégrales abéliennes relatives à une courbe algébrique, on distingue assez généralement les périodes en périodes polaires (ou encore logarithmiques) et périodes cycliques : cette classification est très nette. Pour les intégrales doubles, la distinction des périodes en plusieurs catégories peut, au contraire, donner naissance à quelques difficultés ([1]). Je me propose de le montrer sur un exemple très simple. Considérons la surface du troisième ordre

$$x^3 + y^3 + z^3 = 1$$

et l'intégrale double

$$\iint \frac{y\,dx\,dy}{z}. \tag{1}$$

» En posant

$$y = \sqrt[3]{1 - x^3}\,t, \qquad z = \sqrt[3]{1 - x^3}\sqrt[3]{1 - t^3},$$

l'intégrale devient

$$\iint \sqrt[3]{1 - x^3}\,\frac{t}{\sqrt[3]{1 - t^3}}\,dx\,dt,$$

et l'on trouve immédiatement des périodes de l'intégrale double. Si, en effet, ω et $\omega\varepsilon$ (ε étant une racine cubique imaginaire de l'unité) sont les périodes de l'intégrale simple

$$\int \sqrt[3]{1 - x^3}\,dx.$$

([1]) Aussi j'ai renoncé à la considération de la nature des périodes pour définir les intégrales doubles de *seconde* espèce, et j'ai suivi une tout autre voie (*Comptes rendus*, 6 décembre 1897 et 24 janvier 1898).

et que, pareillement, Ω et $\Omega\varepsilon$ désignent les périodes de l'intégrale simple

$$\int \frac{t\,dt}{\sqrt{1-t^3}},$$

il est clair que l'intégrale double (1) admettra les périodes

$$(2) \qquad \omega\Omega \quad \text{et} \quad \omega\Omega\varepsilon.$$

» Or, la surface considérée du troisième degré étant unicursale, nous pouvons exprimer x, y et z en fonctions rationnelles de deux paramètres u et v; soit, par exemple,

$$x = \frac{A}{D}, \qquad y = \frac{B}{D}, \qquad z = \frac{C}{D}$$

où

$$A = -\varepsilon^2 u - v - \varepsilon u^2 v^2,$$
$$B = \varepsilon v + \varepsilon^2 u + u^2 v^2,$$
$$C = 1 + \varepsilon u^2 v + \varepsilon^2 u v^2,$$
$$D = \varepsilon + u^2 v + \varepsilon u v^2.$$

» En substituant dans l'intégrale (1), on a, à un facteur numérique près, l'intégrale double de fraction rationnelle

$$(3) \qquad \iint \frac{BC}{D^3}\,du\,dv.$$

» Elle admet deux périodes correspondant à (2); en cherchant les cycles à deux dimensions qui les donnent dans l'espace indéfini (u, v), on reconnaît qu'ils ont des sortes de pointement à l'infini. D'après leur origine, il est naturel de regarder les deux périodes précédentes de l'intégrale (3) comme des périodes cycliques, circonstance qui paraît au premier abord paradoxale pour une intégrale double de fonction rationnelle. Si l'intégrale (3) avait été donnée *a priori*, on n'aurait peut-être pas songé à regarder les expressions (2) comme périodes de cette intégrale.

» **2.** Je ferai une seconde remarque relative à la connexion à deux dimensions des surfaces algébriques. J'ai défini avec précision (*Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, page 84) ce que l'on devait entendre par le nombre p_2 relatif à une surface algébrique, *quand on en a une représentation analytique bien déterminée*. Mais une circonstance peut se présenter, qui demande quelques explications complémentaires. Il est possible que, pour deux surfaces se correspondant point par point, on

trouve des valeurs différentes de p_2. Ce résultat n'a rien d'étonnant au point de vue géométrique; il tient à la présence de points fondamentaux dans la correspondance birationnelle entre les deux surfaces. Mais, au point de vue de la théorie des fonctions, on doit s'attacher uniquement à considérer des nombres invariants pour toute correspondance birationnelle. Pour une surface donnée, parmi les $p_2 - 1$ cycles distincts à deux dimensions, que l'on peut construire, il y en a un certain nombre r susceptibles d'être, par une déformation continue, ramenés à des cycles correspondant à une relation analytique entre x, y et z. Il semble alors que l'on pourrait substituer au nombre p_2 le nombre

$$p_2' = p_2 - r,$$

qui gardera véritablement un caractère invariant. C'est le seul qui soit intéressant pour les périodes des intégrales doubles provenant d'une fonction de variables complexes, car les r cycles dont nous avons parlé plus haut ne donneront évidemment pas naissance à des périodes pour ces intégrales.

» Dans un récent et très intéressant travail consacré à la topologie des surfaces algébriques, un géomètre danois, M. Poul Heegard, a montré les difficultés qui se présentaient dans le calcul du nombre p_2; on ne saurait trop insister non plus sur la diversité des points de vue qui peuvent être admis dans les définitions initiales. Les questions relatives à la connexion à deux dimensions dans les surfaces algébriques et particulièrement la recherche précise du nombre p_2' présentent donc encore quelques difficultés. Il me semble, au contraire, que les principes relatifs à la connexion linéaire sont fixés dans leurs traits essentiels; mais dans cette partie de la théorie on doit souhaiter d'avoir des exemples de surfaces possédant effectivement des cycles linéaires d'un caractère moins particulier que celles qui ont été indiquées jusqu'ici; je me propose d'indiquer prochainement de tels exemples. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les réactions développées entre le pyrogallol et l'oxygène en présence des alcalis;* par **M. Berthelot.**

« J'ai poursuivi mes expériences sur l'oxydation du pyrogallol par l'oxygène libre, en présence des alcalis, afin d'en préciser davantage les caractères et les produits. J'ai reconnu d'abord que cette oxydation varie

considérablement, suivant la nature des alcalis mis en présence : potasse, soude, baryte, ammoniaque.

I.

» I. *Potasse.* — Je rappellerai que, la potasse étant employée dans la proportion de 1 équivalent ou plus, la dose d'oxygène absorbée s'élève à 3 atomes, ainsi que je l'ai exposé en détail; cette absorption se faisant surtout régulièrement en présence de 3 molécules de potasse

$$C^6H^6O^3 + 3KOH, \qquad \text{absorbe } O^3.$$

» II. *Soude.* — La réaction est la même avec la soude, ainsi qu'on pouvait s'y attendre. En opérant avec des liqueurs concentrées, suivant les rapports $C^6H^6O^3 + 3NaOH$, j'ai trouvé pour 126^{gr} de pyrogallol : $48^{gr},6$ d'oxygène absorbé, c'est-à-dire O^3. Chaque centimètre cube de la solution de pyrogallol (1 molécule $= 400^{cc}$) absorbait sensiblement 90^{vol} d'oxygène à la température ordinaire en présence de la soude, comme en présence de la potasse, toujours aux environs de 15°. Les neuf dixièmes de cette absorption ont lieu très rapidement. On a obtenu en même temps un volume d'oxyde de carbone égal aux 2,2 centièmes du volume de l'oxygène absorbé.

» La liqueur additionnée d'acide sulfurique étendu, soit $1\frac{1}{2}SO^4H^2$, plus un léger excès, dégage immédiatement à froid de l'acide carbonique. Mais la réaction n'est devenue complète qu'en portant la liqueur à l'ébullition, l'acide carbonique paraissant engagé, en partie au moins, dans une combinaison peu stable, de l'ordre des éthylcarbonates ou de l'acide orsellique. Le volume total du gaz carbonique ainsi dégagé surpasse un peu une molécule, CO^2, par molécule de pyrogallol initial.

» Les dissolutions de pyrogallate de potasse saturées d'oxygène se comportent de même, en dégageant sensiblement la même quantité d'acide carbonique : j'y reviendrai tout à l'heure. J'ajouterai dès à présent qu'il ne se forme aucun acide volatil, à dose notable, dans ces conditions, à l'exception de traces presque insensibles d'acide formique. Il n'y a pas notamment d'acide acétique.

» III. *Baryte.* — La baryte se comporte tout autrement que la potasse et la soude. J'ai opéré d'abord avec des dissolutions de baryte presque saturées, à la température ordinaire (1 molécule $BaO, H^2O = 12^{lit}$), employées dans les rapports que voici : $C^6H^6O^3 + \frac{3}{2}(BaO, H^2O)$. L'oxygène étant ajouté d'un seul coup : la liqueur a absorbé, en une heure, à 11°, 11^{gr}

d'oxygène; après vingt-quatre heures, $14^{gr},9$, et l'action s'est arrêtée là, même après plusieurs jours. En même temps il s'est produit un abondant précipité. L'oxygène absorbé était voisin de 1 atome seulement, au lieu de 3 atomes absorbés avec la potasse et la soude.

» Deux autres expériences ont été faites selon les rapports

$$C^6H^6O^3 + \frac{1,33}{2}(BaO, H^2O).$$

L'oxygène étant ajouté d'un seul coup, cette liqueur l'absorbe lentement, en se colorant d'une teinte noir violacé.

» Après deux heures et demie, $26^{gr},5$ d'oxygène étaient absorbés; après cinq jours : $30^{gr},9$.

» Dans un autre essai, on a trouvé seulement $28^{gr},9$; en même temps il s'était formé un précipité noirâtre considérable.

» Ces deux essais donnent une valeur un peu plus faible que 2 atomes d'oxygène absorbé par 1 molécule de pyrogallol en présence de la baryte. En outre, circonstance singulière, l'absorption est moitié plus faible en présence d'un excès de baryte : circonstance attribuable, sans doute, à la solubilité moindre du produit oxydé qui se précipite tout d'abord en présence d'un excès de baryte. C'est cette anomalie qui a engagé à répéter deux fois l'expérience.

» Quant à l'oxyde de carbone, formé en présence de $0,67(BaO, H^2O)$, l'action de l'oxygène étant épuisée, son volume constituait seulement 6 millièmes du volume de l'oxygène absorbé. En présence de $\frac{3}{2}(BaO, H^2O)$, 4 millièmes : nombres qui représentent le tiers environ des rapports observés avec la potasse, dans les mêmes conditions.

» Ajoutons que le produit de la réaction opérée en présence de $0,67(BaO, H^2O)$ a été filtré, pour séparer le liquide du précipité. Le liquide agité avec de l'éther ne lui a rien cédé; ce qui prouve qu'il ne contenait ni pyrogallol libre, ni principe analogue à la purpurogalline. Le précipité, traité successivement par l'alcool absolu, puis par l'éther, a donné le même résultat négatif. Les mêmes épreuves, accomplies sur les produits obtenus en présence de $\frac{3}{2}(BaO, H^2O)$, ont aussi abouti à un résultat négatif.

» IV. *Ammoniaque*. — L'action de l'ammoniaque offre un intérêt particulier, car elle se distingue également de celle de la potasse et de celle de la baryte. On a opéré suivant les rapports que voici :

$$C^6H^6O^3(1 \text{ molécule} = 400^{cc}) + 3AzH^3(1 \text{ molécule} = 200^{cc}).$$

» L'absorption de l'oxygène est tout d'abord prompte et considérable. Elle se poursuit de plus en plus lentement. Au bout de seize jours, l'action paraissant arrivée à son terme, on a analysé les produits. 1^{vol} de la solution pyrogallique avait absorbé 124^{vol} d'oxygène vers 15°; chiffre supérieur d'un tiers au volume absorbé par la même liqueur, en présence de la potasse ou de la soude. Tout calcul fait, on trouve, par molécule, $C^6H^6O^3$, $66^{gr},4$ d'oxygène absorbés; c'est-à-dire sensiblement 4 atomes, au lieu de 3 absorbés avec la potasse ou la soude.

» J'avais pensé que cet excès résultait d'une oxydation spéciale de l'ammoniaque, transformée en azotate; mais la liqueur, chauffée avec un sel ferreux acide, dans les conditions connues du dosage des azotates, n'a pas dégagé de bioxyde d'azote, circonstance qui n'exclut pas, d'ailleurs, la formation possible de quelque composé azoïque, de l'ordre de l'azobenzol ou de l'azoxybenzol.

» La liqueur obtenue par l'oxydation du pyrogallol en présence de l'ammoniaque, traitée ensuite à froid par l'acide sulfurique étendu en excès, donne lieu à un abondant précipité et à une formation d'acide carbonique, dont le poids total a été trouvé égal à $31^{gr},2$; soit $0,71\,CO^2$ pour $C^6H^6O^3$. Ce chiffre est inférieur de moitié environ à celui du poids de l'acide carbonique développé après l'action de l'oxygène sur le pyrogallol en présence de la potasse.

» Quant à l'oxyde de carbone formé pendant l'absorption de l'oxygène en présence de l'ammoniaque, son volume constituait les six millièmes environ de celui de l'oxygène absorbé : valeur voisine de la moitié du chiffre observé avec la potasse, dans les mêmes conditions.

II.

» Quelle est la nature des produits formés dans l'oxydation du pyrogallol par l'oxygène libre, sous l'influence des alcalis employés en excès? C'est ce que je vais examiner maintenant.

» Cette oxydation donne lieu à des produits successifs, qui semblent résulter de la décomposition d'un premier composé $C^6H^5KO^6$, ainsi que je l'ai indiqué dans ma première Note. Les produits initiaux de l'oxydation se rattachent à la purpurogalline, matière obtenue au moyen du pyrogallol, dans des conditions très diverses.

» Ils peuvent être extraits, en agitant les produits avec de l'éther; ils sont rouges, cristallisés et se colorent en un bleu fugace au contact de

l'air et des alcalis, mais, comme la purpurogalline, sans en présenter la composition.

» Voici l'analyse de deux produits intermédiaires, ainsi formés par oxydation incomplète :

» A. Produit extrait directement, en agitant la liqueur alcaline avec l'éther

$$C = 55,88; \quad H = 4,71; \quad O = 39,41.$$

» B. Produit extrait en agitant la liqueur avec l'éther, après l'avoir additionnée d'un excès notable d'acide sulfurique

$$C = 55,49; \quad H = 4,62; \quad O = 39,89.$$
$$C = 55,45; \quad H = 4,78; \quad O = 39,74.$$

» Ces nombres sont voisins de la formule $C^{20}H^{20}O^{11}$, qui exigerait

$$C = 55,81; \quad H = 4,65; \quad O = 39,54$$

et qui répond à un composé différant de la purpurogalline, $C^{20}H^{16}O^{9}$, par 2 molécules d'eau : $2H^2O$.

» Je me suis attaché particulièrement aux produits d'une oxydation finale et prolongée. J'ai opéré avec une dissolution renfermant $\frac{1}{10}$ de molécule, soit 3gr,15 de pyrogallol, $C^6H^6O^3$, dissous dans 10cc de liquide, et mis en présence de 3KOH, dissoute dans 75cc.

» 1° *Oxygène.* — J'ai mesuré d'abord l'absorption de l'oxygène au bout de seize jours de réaction sur le mercure, avec agitation fréquente; cette absorption a été trouvée exactement de 1gr,19 (au lieu de 1gr,20 pour O^3).

» 2° *Oxyde de carbone.* — Le volume de l'oxyde de carbone formait les 2,2 centièmes de celui de l'oxygène absorbé.

» 3° *Acide carbonique.* — Le poids de l'acide carbonique produit sous l'influence de l'acide sulfurique, équivalant à la potasse, s'est élevé à 1gr,24.

» 4° *Produits insolubles et acides volatils.* — Le liquide, porté à 500cc, a été concentré par distillation jusqu'à réduction à 100cc environ, puis filtré; ce qui a laissé sur le filtre un poids de matière insoluble égal à 0gr,025.

» Le produit distillé offrait une réaction acide presque insensible; on l'a neutralisé par la baryte, évaporé au bain-marie, repris par l'eau, pour séparer le carbonate de baryte, etc. Finalement, le produit sec s'élevait à quelques milligrammes; il ne renfermait que des traces douteuses de formiate.

» Il résulte de cette observation qu'il ne se forme pas d'acides volatils en dose notable dans la réaction de l'oxygène sur le pyrogallate de potasse.

» 5° *Matière soluble dans l'éther*. — Le liquide concentré par distillation a été agité ensuite avec l'éther à plusieurs reprises; l'éther décanté, filtré, évaporé, a donné une matière extractive pesant $0^{gr},315$ (après dessiccation sur l'acide sulfurique concentré). Cette matière a été analysée; elle a donné sur 100 parties

$$C = 48,22; \qquad H = 4,32; \qquad O = 47,46;$$

ce qui répond sensiblement aux rapports $(C^4H^4O^3)^n$; soit :

$$C = 48,0; \qquad H = 4,0; \qquad O = 48,0.$$

» Le poids de cette matière, d'après ce qui précède, s'élevait à 10 centièmes de celui du pyrogallol.

» Un autre essai, effectué sur un poids de pyrogallol onze fois moindre, a fourni 9,3 centièmes.

» 6° *Matière soluble dans l'eau*. — Le liquide épuisé par l'éther a été concentré à 50^{cc} environ et additionné de trois fois son volume d'alcool absolu, afin de précipiter le sulfate de potasse; on a filtré et lavé à l'alcool à plusieurs reprises. On a distillé l'alcool et ramené les liqueurs à 50^{cc}. Sur 10^{cc} on a déterminé (par pesée de sulfate de baryte) l'acide sulfurique excédant et on l'a précipité complètement, dans la totalité du liquide, par une dissolution équivalente de baryte caustique. On a évaporé la dernière liqueur, d'abord au bain-marie, puis dans le vide sec jusqu'à poids constant. Il est resté une matière brune, solide, amorphe, pesant $2^{gr},71$, exempte de cendre : soit 86 centièmes du poids du pyrogallol. D'après analyse, elle contenait sur 100 parties

$$C = 46,85; \qquad H = 4,04; \qquad O = 49,11.$$

» Dans un autre essai, effectué sur $0^{gr},270$ de pyrogallol, le rendement a dépassé 80 centièmes et la matière renfermait

$$C = 46,6; \qquad H = 3,8; \qquad O = 49,7.$$

Ces nombres conduisent aux rapports $(C^5H^5O^4)^n$, soit

$$C = 46,51; \qquad H = 3,87; \qquad O = 49,62.$$

» On peut admettre $C^{20}H^{20}O^{16}$, représentant le terme extrême de l'oxydation. En fait, ce corps, joint à l'acide carbonique, en constitue le

produit principal. Mais, avant d'examiner la question de plus près, résumons les résultats des analyses précédentes dans un Tableau, qui en mettra en évidence les éléments, afin de vérifier si aucun produit essentiel ne nous a échappé.

» État initial : $C^6H^6O^3 + O^3$, soit $126 + 48 = 174$:

$$C = 72; \quad H = 6; \quad O = 96.$$

» État final :

		C.	H.	O.
49,6 gr	CO^2	13,5	0	36,1
0,9	CO	0,4	0	0,5
12,6	$(C^5H^5O^4)^n$	6,2	0,5	5,9
108,4	$(C^5H^5O^4)^n$	50,9	4,4	53,3
0,8	Produit précipité par l'acide sulfurique.	0,5	0,04	0,46
172,3		71,5	4,9	96,2

» Le carbone et l'oxygène se retrouvent sensiblement. Mais il y a un déficit sur l'hydrogène, s'élevant au cinquième environ : ce qui signifie que pendant le cours des traitements et évaporations, au contact de l'air, le produit a éprouvé une oxydation partielle, qui lui a enlevé, sous forme d'eau, le cinquième de son hydrogène. Nous devrons donc ajouter au système initial 9gr d'oxygène et au système final 10gr d'eau formée : ce qui donne pour le système initial

$$C^6H^6O^3 + O^{3,5}$$

pesant 183gr, dont 105gr d'oxygène ; et pour le système final 182gr,3, dont 10gr d'eau.

» La composition des produits isolés conduit aux mêmes combinaisons et permet de les préciser davantage. En effet, le produit principal, plus riche en oxygène et plus pauvre en carbone, répond à la formule brute $C^5H^5O^4$, c'est-à-dire qu'il est formé d'après l'équation

$$n(C^6H^6O^3 + O^{3,5}) = (C^5H^5O^4)^n + n(CO^2 + \tfrac{1}{2}H^2O),$$

laquelle correspond sensiblement aux quantités d'acide carbonique et d'eau formées ; sauf un léger excès sur lequel je vais revenir.

» La formule brute $C^5H^5O^4$ doit être évidemment multipliée par un coefficient élevé pour représenter le poids moléculaire du composé. La formule véritable est probablement $C^{20}H^{20}O^{16}$, qui répond à un degré plus avancé d'oxydation que le composé signalé plus haut aux débuts de la

réaction, $C^{20}H^{20}O^{11}$. Ajoutons que ce dernier diffère de la purpurogalline $C^{20}H^{16}O^{9}$ par deux molécules d'eau.

» Tous ces composés se rattachent ainsi à une même constitution et dérivent du pyrogallol par des équations similaires, qui rendent compte de la formation jusqu'ici inexpliquée de la purpurogalline :

Purpurogalline	[1]	$4C^6H^6O^3 + 9O = C^{20}H^{16}O^9 + 4CO^2 + 4H^2O$ (1)
Son hydrate	[2]	$4C^6H^6O^3 + 9O = C^{20}H^{20}O^{11} + 4CO^2 + 2H^2O$
Composé suroxydé....	[3]	$4C^6H^6O^3 + 14O = C^{20}H^{20}O^{16} + 4CO^2 + 2H^2O$

» Le carbone de quatre molécules de pyrogallol est ainsi condensé dans les produits de leur transformation. Mais il est probable que cette condensation n'est pas directe, c'est-à-dire qu'elle s'effectue, comme d'ordinaire, par l'intermédiaire d'un principe aldéhydique, tel qu'un quinon, formé tout d'abord. Soit le trioxyquinon

$$C^6H^4O^5, \text{ équivalant à } C^6H^6O^6 - H^2O,$$

engendré par la fixation de O^3. Ce composé serait altérable sous les influences successives des alcalis et des acides, comme l'est le quinon ordinaire, et il se dédoublerait avec condensation :

$$4C^6H^4O^5 = C^{20}H^{16}O^{12} + 4CO^2;$$

le produit fixant aussitôt 2 molécules d'eau, $2H^2O$, et 2 atomes d'oxygène libre, O^2, pour fournir le composé final analysé $C^{20}H^{20}O^{16}$.

» Les poids relatifs des produits sont conformes à cette manière de concevoir les phénomènes.

» Abordons maintenant la formation du composé secondaire, soluble dans l'éther, $(C^4H^4O^3)^n$. A première vue, ce composé dérive du composé principal par oxydation et perte d'acide carbonique

$$C^5H^5O^4 + O^{1,5} = C^4H^4O^3 + CO^2 + \tfrac{1}{2}H^2O,$$

ou plutôt

[4] $$C^{20}H^{20}O^{16} + 6O = C^{16}H^{16}O^{12} + 4CO^2 + 2H^2O.$$

---

(1) La purpurogalline se produit dans une multitude de circonstances; mais l'équation de sa formation n'a pas été précisée jusqu'ici. Dans une oxydation ménagée, la fixation d'oxygène correspondante peut être moindre, avec formation d'un produit complémentaire, qu'une oxydation plus profonde transformerait en eau et acide carbonique, conformément à l'équation [1]. Divers corps analogues, d'ailleurs, paraissent avoir été confondus avec la véritable purpurogalline de A. Girard et de Clermont.

» En admettant cette formation, nous devrons ajouter à l'acide carbonique, formé en même temps que le poids du composé $C^{20}H^{20}O^{16}$, retrouvé à la fin, une proportion nouvelle renfermant 1,55 de carbone et 4,0 de carbone.

» D'après l'équation [3], la dose de l'acide carbonique devrait s'élever à 44^{gr}, renfermant 12^{gr} de carbone et 32^{gr} d'oxygène; et, d'après l'équation [4], on y ajoutera $5^{gr},55$ d'acide carbonique, ce qui fait en tout $49^{gr},55$. Or nous avons trouvé $49^{gr},6$; ce qui concorde très bien ([1]).

» Les observations et les dosages qui viennent d'être exposés rendent un compte aussi complet que possible de l'oxydation du pyrogallol, sous l'influence de l'oxygène libre, et la rattache à la formation si générale de la purpurogalline. Ils mettent en même temps en évidence la tendance de la molécule pyrogallique, dérivée régulière de celle de la benzine, à se scinder par une oxydation qui détruit le système cyclique fondamental. On peut concevoir cette destruction de la façon suivante : Sur les trois molécules d'acétylène, qui ont concouru par leur soudure à constituer une molécule de benzine, c'est-à-dire un polymère relativement saturé, deux sont brûlées et changées en acide carbonique et en eau, tandis que le résidu de la troisième demeure soudé avec trois autres molécules du pyrogallol initial, de façon à constituer un système cyclique nouveau et plus compliqué, de l'ordre du triphényléthane.

» Il serait facile de construire une formule dite *de constitution* qui représentât cette condensation moléculaire. En tout cas, les transformations de ce genre, dans la série aromatique, ne sont pas sans exemple et elles méritent toute l'attention des chimistes. »

PHYSIOLOGIE. — *La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes musculaires dans la locomotion.* Note de M. **Marey**.

« Le but final des applications de la Chronophotographie à l'étude de la locomotion n'est pas seulement de nous faire connaître les attitudes réelles

---

([1]) La dose d'oxyde de carbone formée est trop petite pour qu'il soit possible d'en préciser l'origine. Peut-être résulte-t-elle d'un simple dédoublement d'une portion du système $(C^5H^5O^4 + \frac{1}{2}O)^n$ en $(C^4H^4O^3 + CO + \frac{1}{2}H^2O)^n$. Ce dédoublement ne modifierait pas sensiblement les données calculées pour représenter les résultats trouvés dans nos expériences.

de l'animal en mouvement. La portée de cette méthode est plus grande; elle permet, en effet, de déterminer les actes qui se passent à l'intérieur des membres, les mouvements des leviers osseux, les allongements et les raccourcissements alternatifs des différents groupes musculaires. Elle nous fait assister ainsi au jeu des forces motrices dont la progression de l'animal et le mouvement de ses membres ne sont que les effets.

» Pour obtenir ces renseignements complexes, la marche à suivre est un peu laborieuse, mais les résultats qu'elle donne valent bien quelques efforts. Voici la série des opérations nécessaires pour obtenir les renseignements dont je viens de parler.

» Il faut : 1° Recueillir, par la Chronophotographie, la série des attitudes que prend l'animal aux instants successifs d'un pas de l'allure étudiée;

» 2° Sacrifier l'animal et préparer son squelette;

» 3° Photographier, à la même échelle que l'animal lui-même, le squelette des membres à l'état frais, puis les pièces de ce squelette sèches et préparées;

» 4° Disposer en série les silhouettes des attitudes successives de chaque membre, chacune de ces attitudes occupant sur le papier la position qu'elle avait dans l'espace aux instants successifs considérés;

» 5° Découper, sous forme de gabarits, les images photographiques des différentes pièces osseuses et les disposer dans chacun des profils des membres, de façon que le squelette occupe dans ces profils la position unique imposée pour chaque attitude, puis dessiner dans ce profil le squelette avec la position qui lui appartient;

» 6° Rechercher, pour chaque muscle, le point qui correspond à ses insertions moyennes;

» 7° Joindre par une ligne les deux points qui correspondent aux insertions d'un même muscle; ces lignes auront des longueurs variables suivant l'attitude du membre et permettront de savoir, en chaque cas, quels muscles se raccourcissent et quels autres s'allongent;

» 8° Enfin tracer la courbe des changements de longueur des différents muscles en portant en ordonnées ces longueurs aux instants successifs comptés sur l'axe des x.

» Le résultat de cette série d'opérations est de nous montrer quels sont, chez un animal, les muscles dont l'action est synergique, et quels muscles sont antagonistes, et enfin comment se succèdent, coïncident ou alternent ces actions musculaires pour produire le mouvement considéré.

» La connaissance de ces actes physiologiques explique et complète les

notions cinématiques et mécaniques fournies déjà par l'emploi de la Chronophotographie et par celui des dynamomètres enregistreurs.

» De plus longs développements sont maintenant nécessaires pour motiver chacune des opérations qui viennent d'être énumérées et pour en décrire l'exécution.

» Je prendrai pour exemple les études faites sur le cheval.

» Il faudra, nous l'avons dit, posséder le squelette de l'animal même dont on a soumis les allures à la Chronophotographie. Cela constitue la plus grande difficulté de l'expérience, si l'on opère sur un animal de prix. Une circonstance favorable est venue lever cette difficulté.

» Les étalons des haras de l'État, lorsqu'on les réforme, doivent être abattus; M. le professeur Le Hello a pu ainsi obtenir que l'étalon *Tigris*, du haras du Pin, fût envoyé à la Station physiologique pour y être abattu dès qu'on aurait photographié ses allures. Des séries d'images ont été prises au pas et surtout au trot, car *Tigris* était un trotteur, et c'est à cette allure seulement qu'il développait toutes ses qualités.

» La *fig.* 1 montre des séries chronophotographiques prises sur divers chevaux libres ou montés, à différentes allures.

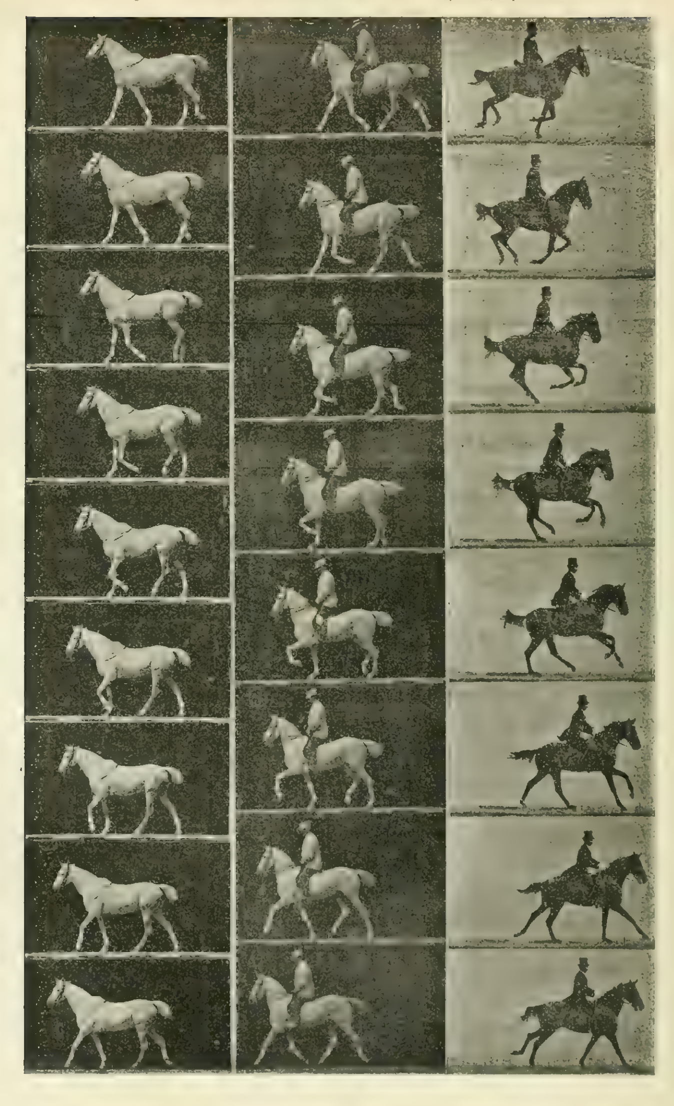
» Sur ces images séparées, il serait difficile de saisir les changements qui se sont produits entre deux attitudes successives; j'ai donc recouru à un procédé qui rassemble sur une seule feuille de papier ces images diverses, en donnant à chacune la position qu'elle occupait par rapport aux autres; enfin, pour éviter la confusion, j'ai étudié séparément l'action de chacun des membres, sauf à recombiner ultérieurement ces figures partielles pour en restituer l'ensemble.

» Le Tableau I, *fig.* A, montre la série des attitudes du membre antérieur droit pendant la durée d'un pas. Voici comment elle a été obtenue :

» La bande pelliculaire qui porte la série des images chronophotographiques est placée dans une lanterne à projection; le faisceau lumineux, réfléchi sur un miroir à 45°, forme l'image du cheval sur une feuille de papier à dessin horizontale. On suit à la plume le contour de l'image représentant la tête et le membre antérieur droit du cheval; on trace également la ligne du sol et, sur cette ligne, un petit trait vertical qui servira de repère dans les projections ultérieures. La première image qu'on décalque est la dernière de celles qui correspondent à la durée d'un pas.

» Passant à l'image n° 2 (celle qui précédait immédiatement la silhouette qu'on vient de décalquer), on dispose la planche à dessin de façon que

Fig. 1. — Allures diverses du cheval (Chronophotographie).



cette seconde image soit bien placée, ce que l'on juge par la parfaite coïncidence de deux *repères* : d'une part, la ligne du sol doit se superposer à celle qui est déjà tracée, et, d'autre part, le repère de la seconde image doit se superposer à celui de la première. On dessine alors le contour de l'image n° 2 en ponctuant les parties qui sont censées recouvertes par l'image précédente. La troisième image est dessinée de la même manière, puis la quatrième, jusqu'à ce qu'on ait reproduit un nombre d'attitudes au moins égal à celui qui correspond à la durée d'un pas.

» Ces décalques, ainsi rassemblés, rappellent les résultats que donne la Chronophotographie sur plaque fixe (1), mais avec cet avantage qu'ils ne produisent pas de confusion. En effet, les images d'un cheval blanc photographié sur plaque fixe au-devant d'un champ noir, à des intervalles de temps égaux, tendent à se confondre entre elles, d'autant plus que les quatre membres de l'animal viennent tour à tour passer à peu près a la même place. Au contraire la série des projections repérées donne les attitudes de l'animal d'une manière aussi parfaite, mais sans aucune confusion : d'abord parce qu'on ne reproduit que les attitudes d'un seul membre, et, en outre, parce que, en les dessinant, on a soin d'indiquer par des lignes ponctuées les parties de chaque image qui sont censées recouvertes par l'image située plus en avant.

» Il s'agit maintenant de représenter dans ces figures la série des attitudes des diverses pièces du squelette. Aussitôt abattu, *Tigris* fut disséqué ; on détermina le poids de ses divers muscles pour des études ultérieures, et le squelette des membres fut préparé en conservant toutes les articulations. On plaça ce squelette devant l'appareil photographique et l'on en prit les images à la même échelle que pour les positions successives de l'animal vivant.

» L'image du squelette fut projetée elle-même, et le dessin qu'on fit, d'après cette projection, fut collé sur de la carte mince et découpé de façon à donner une série de gabarits. Chacun de ces gabarits représentait le profil d'un os, avec les dimensions convenables pour qu'on puisse le loger à sa place dans les contours de la *fig.* B (2).

(1) Voir *Comptes rendus*, 19 mai 1884.

(2) Des tentatives infructueuses m'avaient montré qu'il est à peu près impossible d'employer les gabarits des pièces osseuses faits d'après le squelette d'un cheval quelconque. Les proportions des différents os changent en effet, d'un animal à l'autre,

» Dans l'étude de *Tigris*, tout se passa de la façon la plus simple. On superposa la série des gabarits depuis le sabot jusqu'à l'épaule, et, pour chaque attitude, on constata que les pièces osseuses qui forment un relief visible sous la peau d'un cheval vivant se trouvaient, sur les images, exactement aux places qu'elles devaient occuper. Le Tableau I (*fig.* C) montre déjà le jeu des divers segments osseux du membre et les mouvements des articulations; or cette connaissance va nous conduire à celle des actions musculaires.

» En effet, suivant que les angles articulaires s'ouvrent ou se ferment, les insertions de certains groupes musculaires s'écartent ou se rapprochent les unes des autres, et les muscles correspondants s'allongent ou se raccourcissent. On détermina donc, sur chacune des pièces du squelette, la place des insertions musculaires. Cette étude avait déjà été faite avec grand soin par le professeur Barrier qui, dans un atlas, a figuré par des teintes diverses, sur chacun des os, les surfaces qui fournissent des insertions musculaires.

» Les centres de figure de ces surfaces d'insertion peuvent être considérés comme les points où s'attacherait une fibre unique dont l'action serait identique à celle du muscle tout entier.

» Il est donc facile de représenter sur le squelette l'état de raccourcissement ou d'allongement de chaque muscle, d'après la longueur de la droite qui joint entre elles les deux attaches extrêmes de ce muscle. C'est ce qui a été fait Tableau I (*fig.* D). Ces courbes ont été obtenues en portant sur l'axe des x, en chaque point correspondant à l'un des instants du pas, une ordonnée négative dont la longueur est proportionnelle à celle du muscle considéré. Chacune des courbes correspond aux variations de la longueur d'un muscle [1]. Des lettres communes servent à désigner chaque muscle et la courbe qui lui correspond. Ainsi A désigne le triceps brachial et sa courbe, B le biceps, C le sus-épineux et D le grand rond.

---

d'une façon très marquée; il s'ensuivait qu'on ne pouvait pas loger dans le contour des membres d'un cheval les formes osseuses d'un animal étranger.

[1] Comme tout muscle est formé de parties à longueur fixe, les tendons, et de parties à longueur variable, les fibres rouges, on a défalqué dans ces images deux longueurs égales et constantes aux extrémités de chaque muscle; ces parties ont été représentées par des traits fins. La partie centrale, au contraire, représentant la fibre contractile, a été marquée d'un trait épais. Cette disposition a pour avantage de rendre plus sensibles les variations absolues de longueur en les faisant porter sur une ligne plus courte.

» Enfin, au-dessous des courbes on a tracé la *notation* des appuis et levés du pied; un trait noir horizontal exprime la durée des appuis, tandis que celle des levés est laissée en blanc ([1]).

» Les figures superposées du Tableau I expriment les actions du membre antérieur, et celles du Tableau II les actions du membre postérieur, à l'allure du *pas*. Pour le membre postérieur, les groupes musculaires représentés sont : A ischio-tibiaux, B muscles rotuliens, C muscles gastrocnémiens; les mêmes lettres désignent les courbes de chacun de ces muscles.

» Les Tableaux III et IV représentent les mêmes actions à l'allure du *trot*.

» Les dessins de toutes ces figures ont été faits à une grande échelle pour en faciliter l'analyse. Nous essayerons toutefois de montrer sur ces petites images les renseignements qu'elles donnent relativement au mécanisme de la locomotion du cheval.

» A. Les silhouettes seules montrent déjà que, dans les allures du *pas* et du *trot*, les membres ont une durée d'appui et de suspension inégale (fait rendu plus net et plus précis sur les notations de ces allures). Dans le trot, en effet, quatre images d'ordinaire correspondent au levé et trois à l'appui; dans le pas, quatre à l'appui et trois au levé.

» Elles montrent aussi qu'à l'allure du *pas* le membre est plus près de la verticalité quand il pose sur le sol qu'à la fin de son appui, circonstance favorable à la propulsion de l'animal;

» Que, pendant le levé, le thorax de l'animal s'abaisse d'abord, puis s'élève, ce dernier temps coïncidant avec un abaissement de la tête;

» Que les pieds d'avant et d'arrière suivent des trajectoires très analogues, sauf une plus grande hauteur pour la courbe des pieds d'arrière.

» B. Les figures qui représentent les pièces du squelette contenues dans la silhouette du membre étaient une construction indispensable, mais nécessairement trop confuse pour qu'on en dégage aisément ce que montrent avec clarté les figures suivantes.

» C. Les figures représentant les attitudes du squelette montrent comment, au début du levé, le poids du membre antérieur abaisse l'omoplate qui, vers la fin de cette période, se relève. Or, on a vu, sur les silhouettes A, comment cette élévation coïncide avec l'abaissement de la tête; ces deux actes sont la conséquence nécessaire de la contraction des muscles scapulo-cervicaux; ils ont pour effet d'empêcher le pied de rencontrer le sol prématurément.

([1]) Voir, pour la manière d'obtenir ces notations et pour leur signification aux diverses allures, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 883-887 et 1115-1119; 1872.

Tableau I. — *Tigris au pas* (membre antérieur droit).

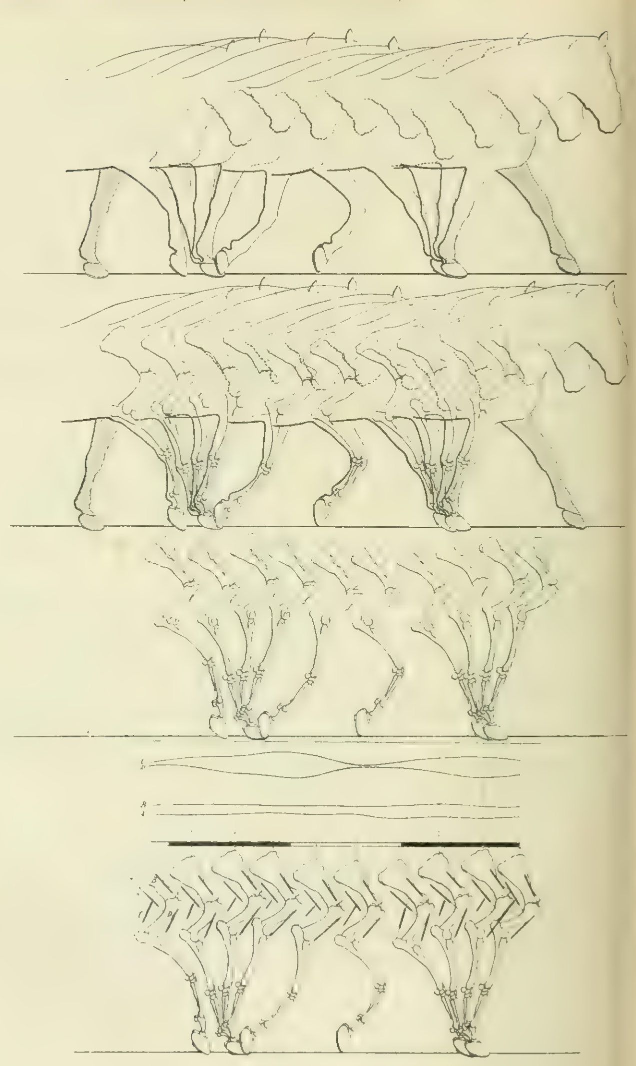


Fig. A.

Attitudes successives du membre antérieur droit au *pas*.

Fig. B.

Disposition des silhouettes du squelette dans celles du membre.

Fig. C.

Positions du squelette pour chaque attitude.

Fig. D.

Attitudes du squelette et courbes des variations de longueur des muscles; notations des appuis et levés du pied.

Tableau II. — *Tigris au pas* (membres postérieurs).

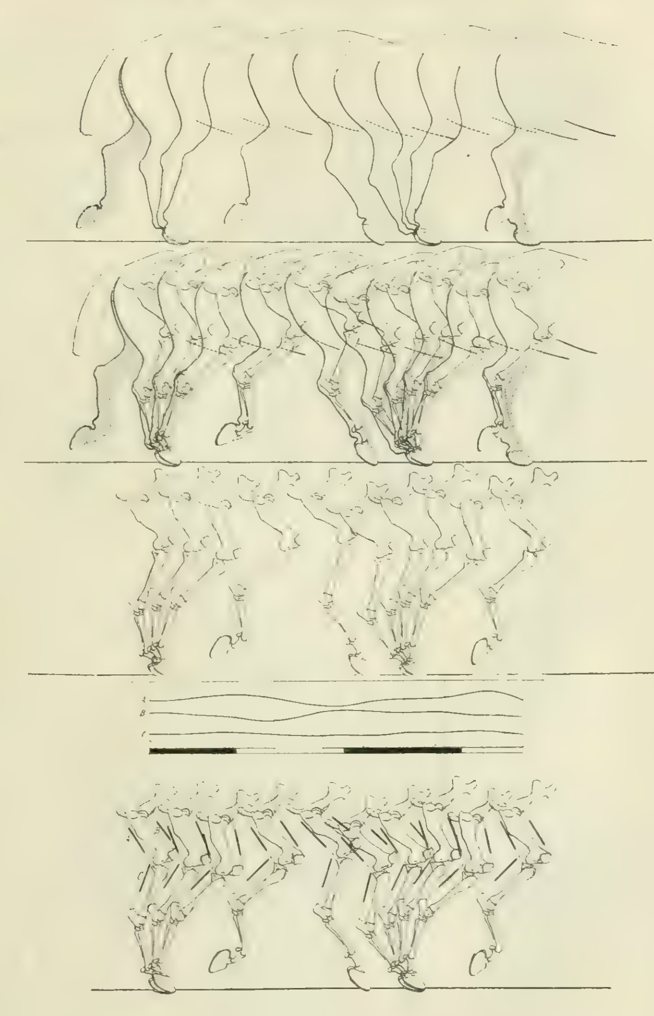


Fig. A.

Attitudes successives du membre postérieur droit au *pas*.

Fig. B.

Disposition des silhouettes du squelette dans celles du membre

Fig. C.

Positions du squelette pour chaque attitude.

Fig. D.

Attitudes du squelette
Notation :
courbes musculaires:
A, ischiotibiaux;
B, m. rotuliens;
C, m. gastrocnémiens.

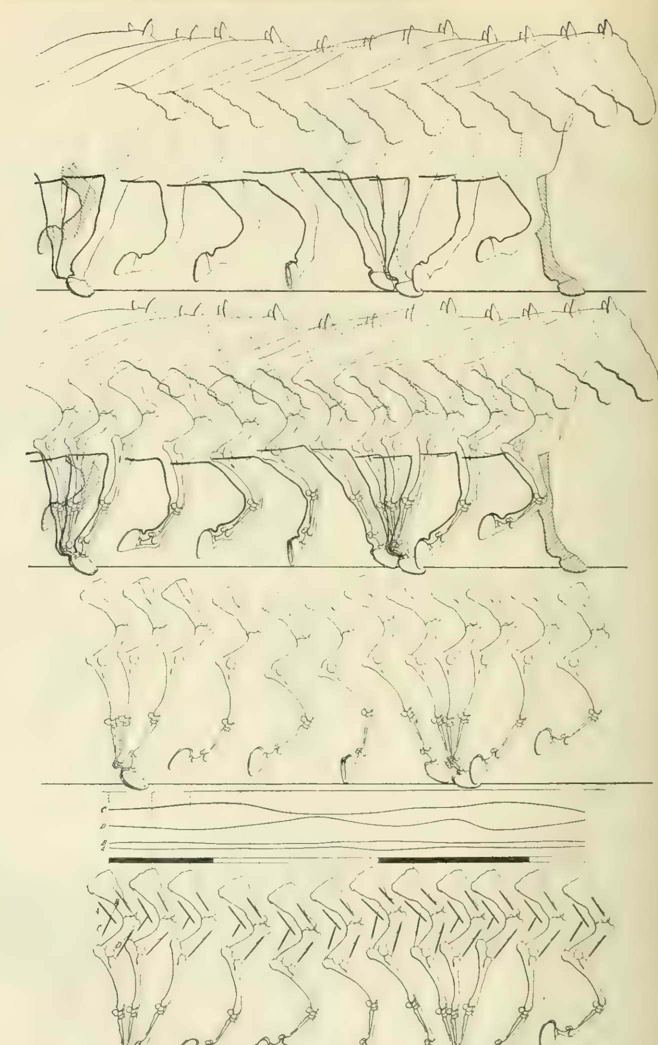


Fig. A.

Attitudes du membre antérieur droit au *trot*.

Fig. B.

Positions du squelette dans le membre antérieur.

Fig. C.

Attitudes successives du squelette seul

Fig. D.

Squelette. Notation : courbes musculaires du membre antérieur droit. A, grand rond ; B, sus-épineux ; C, triceps; D, biceps.

Tableau IV. *Tigris au trot* (membres postérieurs).

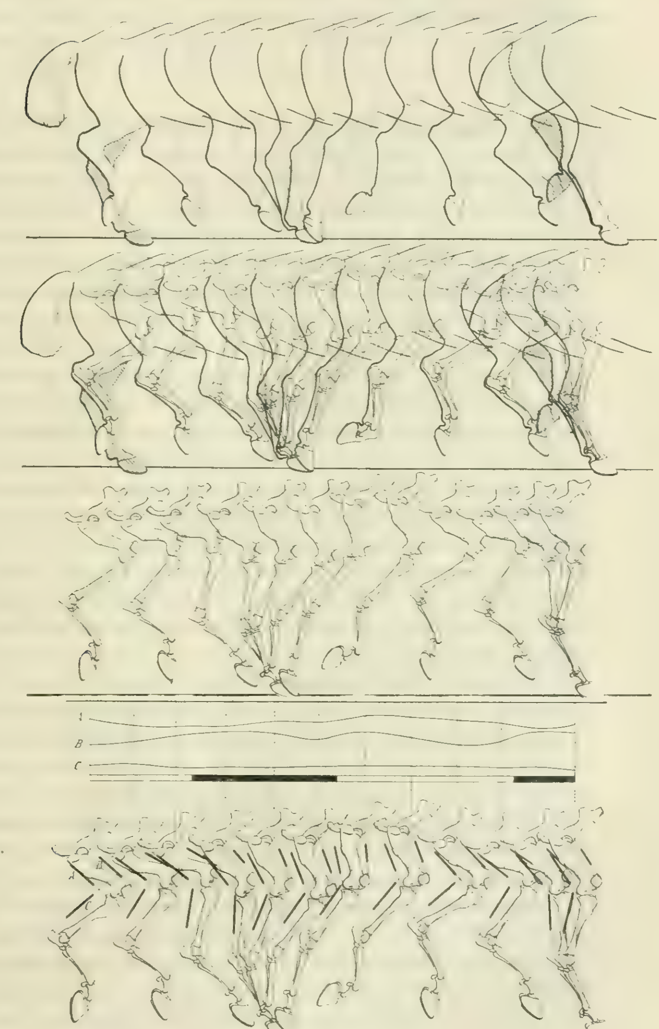


Fig. A.
Attitudes du m. postérieur droit au *trot*.

Fig. B
Positions du squelette pour chaque attitude.

Fig. C.
Attitudes du squelette seul.

Fig. D.
Squelette. Notation : courbes musculaires du membre postérieur droit.
A, ischiotibiaux ;
B, rotulien ;
C, gastrocnémiens.

» Aux membres postérieurs, des oscillations analogues s'observent du côté de la hanche; elles ont la même fonction, mais sont dues à un mouvement de balancement du bassin autour de son axe antéro-postérieur. Ces mouvements avaient déjà été démontrés par la Chronophotographie.

» L'analogie, déjà signalée, dans les trajectoires des pieds d'avant et d'arrière pendant le levé, s'explique par l'analogie des mouvements des articulations cubito-humérale et tibio-tarsienne. Or, bien que ces articulations ne soient pas anatomiquement homologues, elles ont acquis, ainsi que le fait remarquer M. Baron, une sorte d'homologie fonctionnelle.

» D. Les figures qui représentent les insertions des divers groupes musculaires font voir que les muscles de l'épaule qui agissent sur le bras, et ceux du bassin qui agissent sur la jambe, ne sont point homologues au point de vue de leurs insertions. Au membre d'avant, le sus-épineux et le grand rond *a* et *b* s'insèrent à l'humérus très près de sa tête et n'agissent que sur l'articulation de l'épaule; au membre postérieur, les muscles ischio-tibiaux *a* et le droit antérieur (rotulien) *b* vont du bassin à la jambe en franchissant le fémur; ils agissent donc à la fois sur la hanche et sur le genou.

» Malgré ces différences anatomiques, *a* et *b* se comportent aux deux membres de façon analogue, *a* se relâchant quand *b* se contracte et inversement. Cette alternance se constate aisément sur les courbes *a* et *b* qui convergent et divergent tour à tour; cette relation s'observe aux deux membres et à toutes les allures. C'est un nouvel exemple d'homologies physiologiques dans des organes qui ne sont pas similaires au point de vue anatomique.

» La courbe *c* du membre postérieur présente très peu d'inflexions; et les faibles ondulations qu'elle montre sont exclusivement dans le sens du raccourcissement. L'extension de ce muscle, quand il se relâche, est donc limitée. Or il existe une disposition anatomique des muscles gastrocnémiens qui rend compte de cette particularité physiologique :

» A l'intérieur de ces muscles règne, sur toute la longueur, une corde tendineuse inextensible qui ne s'oppose point à leur raccourcissement, mais limite leur allongement. Cette corde inextensible assure la solidarité des mouvements du genou et du pied, dont la flexion et l'extension sont associées chez le cheval, l'extension du genou commandant celle du pied.

» Il n'y a pas lieu de prolonger davantage l'énumération des renseignements qu'on peut tirer de ces sortes de figures; elles ont déjà fourni à M. Le Hello les éléments de sa théorie de la propulsion par les membres

antérieurs et postérieurs ([1]) : une étude approfondie y fera trouver sans doute des éléments nouveaux pour mieux comprendre le mécanisme compliqué de la locomotion animale. »

ZOOLOGIE. — *L'origine des Vertébrés*; par M. **Edmond Perrier**.

« Depuis les recherches de Kowalevsky (1866), on a successivement fait descendre les Vertébrés d'êtres indéterminés (*Scolecida*) qui auraient en même temps engendré les Tuniciers (Hæckel, 1866); des Vers annelés (Semper, Balfour, 1874; Dohrn, 1875; E. Perrier, 1881; Leydwick Minot, 1897); des Mérostomés primaires (Albert Gaudry, 1883); des *Balanoglossus* (Bateson, 1884); des Némertes (Hubrecht, 1887); des Arachnides (Patten, 1891); des Crustacés (Gaskell, 1891); d'un animal voisin des Appendiculaires (Brooks, 1893, Willey, 1894).

» De pareilles divergences supposent évidemment ou que les principes de la Zoologie sont encore mal définis, ou bien qu'ils sont trop fréquemment perdus de vue, ou bien encore que l'on ne s'est pas suffisamment préoccupé de préciser la nature des caractères des Vertébrés, dont il fallait demander l'explication aux formes ancestrales. Nous voudrions établir ici qu'une application rigoureuse de principes incontestés conduit à une solution unique du problème et que cette solution est de tous points satisfaisante.

» Tout Vertébré présente les caractères essentiels suivants :

» 1° Le corps est bilatéralement symétrique et métaméridé dans toute sa longueur; 2° des cils vibratiles tapissent une étendue importante de ses surfaces externes ou internes, notamment les surfaces respiratoires; 3° durant la période embryonnaire, tout au moins, la région antérieure du tube digestif communique toujours, par des fentes latérales, avec l'extérieur; 4° l'appareil circulatoire est clos et présente un cœur situé au-dessous du tube digestif; 5° l'appareil sécréteur est constitué par un système de conduits qui se répètent, chez l'embryon, sur toute la longueur du corps et fournissent à l'appareil génital ses conduits excréteurs; 6° au-dessus du tube digestif s'étend, chez l'embryon, un cordon cellulaire plein, la *corde dorsale*, autour duquel se forment les vertèbres de l'animal adulte; 7° au-dessus de la corde dorsale se trouve le système nerveux central entière-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1356-1360; 8 juin 1896.

ment situé d'un même côté du tube digestif, dépourvu de collier œsophagien et présentant un volume considérable; 8° par rapport au monde extérieur, le cœur et l'axe nerveux longitudinal occupent, chez les Vertébrés et les Invertébrés segmentés, une position inverse, de telle façon que, si l'on appelle *ventrale* la face du corps tournée vers le sol, et *dorsale* la face opposée, l'axe nerveux est dorsal chez les Vertébrés, ventral chez les animaux segmentés, et les vaisseaux contractiles occupent la face du corps opposée au système nerveux.

» Ces caractères sont les seuls qui soient communs à tous les Vertébrés, y compris l'*Amphioxus*, et, comme personne ne conteste que tous ces animaux puissent être facilement dérivés des plus simples d'entre eux, une fois ces huit groupes de caractères expliqués, on doit admettre que la théorie du Vertébré est faite; inversement, toute généalogie qui n'expliquerait pas ces huit groupes de caractères doit être rejetée.

» 1° *Métamérisme du corps des Vertébrés.* — Quelle que soit la cause du métamérisme, cause que nous examinerons dans une prochaine Communication, la formation des segments chez tous les animaux métaméridés est un phénomène précoce de développement, le mécanisme même grâce auquel le corps se constitue; par ce procédé se forment de nombreux organismes dont les segments peuvent ensuite s'effacer, mais un organisme non formé par ce procédé ne se recoupe jamais en segments bien définis, une fois qu'il s'est constitué. La loi de patrogonie (répétition de la généalogie par l'embryogénie), loi fondamentale universellement acceptée, s'oppose donc à ce qu'on puisse attribuer aux Vertébrés un ancêtre dont le corps ne serait pas nettement segmenté à l'état adulte, ou tout au moins plurisegmenté durant la période embryonnaire. Cela exclut déjà les Némertes, les Balanoglosses et les Appendiculaires et ne laisse subsister que les Arthropodes et les Vers annelés. A la vérité, chez les embryons de ces animaux, les cloisons des segments sont complètes, tandis qu'elles sont limitées à la moitié dorsale du corps chez ceux des Vertébrés; mais l'embryogénie de l'*Amphioxus* montre que c'est là un effet de la *tachygénèse* ou *accélération embryogénique*. La segmention des embryons d'*Amphioxus* est d'abord complète (Hatschek), identique, par conséquent, à celle des Vers annelés; puis la partie ventrale des cloisons se résorbe; cette disposition est réalisée d'emblée chez les Vertébrés proprement dits.

» 2° *Les cils vibratiles.* — Toute l'organisation des Arthropodes est en quelque sorte dominée par la propriété qu'ont leurs éléments épithéliaux d'accumuler, dans leur région superficielle, de la chitine qui mortifie cette

région et la rend impropre au développement des cils vibratiles. Cette propriété se manifeste chez eux presque dès le début du développement embryonnaire (*Nauplius*); elle a rendu nécessaires les mues qui ont à leur tour provoqué les métamorphoses; l'absence des cils a dû être suppléée par la formation de pattes articulées, mues par des muscles striés et tenant sous leur dépendance l'appareil respiratoire. Au moins à partir de la période précoce que représente dans leur ontogénie le *Nauplius*, les Arthropodes ont donc évolué dans une direction toute particulière et sont demeurés isolés de tous les animaux dont les épithéliums sont demeurés en tout ou en partie ciliés. Si la loi de patrogonie est exacte, ce que personne ne conteste, il ne saurait exister au delà des Rotifères (Scirtopoda) de forme de passage entre eux et la longue série ininterrompue des Néphridiés qui va des Rotifères aux Vertébrés inclusivement. Cela les exclut de la lignée des Vertébrés dont les apparentes ressemblances avec les Mérostomés, les Arachnides ou les Crustacés ne sont que des cas de convergence. En particulier, les boucliers protecteurs des Poissons placoïdes sont de véritables os formés dans le derme et non un simple revêtement épidermique comme les pièces de la carapace des Arthropodes.

» 3° *Fentes branchiales.* — La présence de fentes branchiales latérales chez les Balanoglosses et chez les Appendiculaires a été l'un des grands arguments qui ont été invoqués en faveur de leur parenté avec les Vertébrés. Cette parenté est indéniable pour les Appendiculaires, mais l'absence de segmentation embryonnaire chez ces animaux établit (loi de patrogonie), comme nous l'avons fait déjà remarquer, qu'ils sont non des Vertébroïdes ancestraux, mais des Vertébroïdes dégradés; la même remarque s'appliquerait aux Balanoglosses, au cas où l'on admettrait comme réelles les ressemblances qu'on s'est *efforcé* de trouver entre eux et les Vertébrés en dehors de leurs fentes branchiales. Mais cette dernière ressemblance est elle-même suspecte. Les fentes branchiales des Vertébrés et les fentes branchiales primaires et secondaires de l'*Amphioxus* se répètent, en effet, exactement comme les métamérides; bien que l'embryon des Balanoglosses présente des traces manifestes de métaméridation, il n'y a aucun rapport entre les métamérides et les fentes branchiales. Cela s'expliquerait, à la rigueur, comme le montre la discordance qui survient finalement chez l'*Amphioxus* lui-même, dans l'hypothèse d'une dégénérescence des Balanoglosses, non dans celle qui en fait un ancêtre. L'absence de fentes branchiales chez les Vers annelés est une objection que l'on peut opposer à la théorie annélidienne des Vertébrés. Elle est facile à lever. Les fentes

branchiales ne sont, en effet, que des orifices adventifs de diverticules latéraux des tubes digestifs. Or de nombreux Vers annelés présentent des diverticules semblables; il s'en produit aussi chez les Turbellariés et les Mollusques nudibranches qui sont des Néphridiés, et ici ces diverticules peuvent s'ouvrir à l'extérieur (*Yungia, Cycloporus*, Æolididæ).

» Les Balanoglosses eux-mêmes, s'ils étaient les ancêtres des Vertébrés, viendraient s'intercaler entre eux et les Vers annelés et témoigneraient de la possibilité de l'apparition de fentes pharyngiennes chez ces derniers. Les phénomènes de bourgeonnement de diverses Ctenodrilidæ, Syllidæ et Serpulinæ, ainsi que des Naidomorpha démontrent d'ailleurs la possibilité de l'apparition d'orifices adventifs du tube digestif chez les Vers annelés proprement dits.

» 4° *Appareil circulatoire*. — Parmi les ancêtres attribués aux Vertébrés, les Vers annelés, les Némertes, les Balanoglosses ont, comme eux, un appareil circulatoire clos; on ne connaît, au contraire, aucun Arthropode dont l'appareil circulatoire ne soit en partie lacunaire. De ce chef, les Arthropodes sont donc exclus une seconde fois. L'appareil circulatoire des Némertiens n'a pas de centre d'impulsion différencié; ce qu'on appelle le *cœur* chez les Balanoglosses est un organe situé du même côté du tube digestif que l'axe nerveux et ne saurait, en conséquence, être homologué avec le cœur des Vertébrés; les Vers annelés présentent donc seuls les relations typiques des centres circulatoires, du tube digestif et de l'axe nerveux que l'on observe chez les Vertébrés.

» 5° *Appareil néphridien*. — L'appareil urinaire des véritables Arthropodes [1] est construit sur un tout autre type que l'appareil néphridien des Vers annelés, des Némertes, de l'*Amphioxus* et des Vertébrés; cet appareil paraît manquer chez les Balanoglosses ainsi frappés d'un nouveau motif d'exclusion; il est formé chez les Vers annelés et chez l'*Amphioxus* de tubes ciliés indépendants s'ouvrant dans la cavité générale d'une part et à l'extérieur d'autre part, et se retrouvant régulièrement soit dans presque tous les segments du corps, soit dans un certain nombre d'entre eux seulement, les segments antérieurs, par exemple (Amphictenidæ, Ampharetidæ, Terebellidæ, *Amphioxus*). Les néphridies des Némertes sont aussi limitées à la région antérieure du corps et viennent s'ouvrir de chaque côté dans un canal collecteur; elles semblent par là se rapprocher davantage de celles des

[1] Les Péripates ne peuvent être rangés parmi eux avec certitude, malgré les récents efforts que l'on a fait pour les en rapprocher.

Vertébrés; mais des dispositions analogues existent chez les Vers annelés (*Loimia medusa, Lanice conchylega*); chez certains Lombriciens (*Octochætus, Perichæta*) et quelques Hirudinées (*Pontobdella*), les néphridies ne forment par tout le corps qu'un seul et même système de tubes réticulés. En outre, chez les Vers annelés, les néphridies se mettent presque toujours plus ou moins au service de l'appareil génital, comme chez les Vertébrés. Chez les Vers de terre (Lumbricimorpha) il s'accomplit même un dédoublement de l'appareil rénal et de l'appareil excréteur des glandes génitales dont j'ai fait, dès 1881 [1], ressortir les analogies avec celui que l'on observe chez les Vertébrés (canal de Wolf et canal de Müller). L'avantage demeure donc aux Vers annelés dont les Némertiens ne sont vraisemblablement d'ailleurs que des formes très modifiées. Les Vers annelés étant désormais seuls en cause, il reste à expliquer comment ils ont pu être le point de départ des dispositions organiques qui sont propres aux Vertébrés.

» 6° *Corde dorsale.* — Si l'on a pu assimiler un instant à la *corde dorsale* des embryons de Vertébrés et des Tuniciers le diverticule entodermique proboscidien des Balanoglosses ou même la trompe des Nemertes, c'est faute d'avoir rigoureusement défini les conditions qui ont amené la formation de la corde et les rapports nécessaires qui résultent de cette formation. L'embryogénie de l'*Amphioxus*, comme celle des Tuniciers, démontre, en effet, que la corde est originairement, non pas un cordon cellulaire, mais toute la région de l'entoderme comprise entre l'ébauche du système nerveux et les deux ébauches du mésoderme. Ces trois ébauches sont trois régions d'actif développement qui ne peuvent emprunter qu'à la plage entodermique comprise entre elles les aliments de réserve qui leur sont nécessaires. En conséquence, les éléments de la plage ainsi circonscrite se vident, se vacuolisent et se mortifient dans une certaine mesure; le reste de l'entoderme continue au contraire à se développer, par suite glisse au-dessous de la plage inerte, l'élimine de l'entoderme, et c'est cette plage éliminée, dont l'origine est bien nette, qui, par le groupement de ses éléments en cordon, constitue la corde dorsale. La corde ainsi réalisée n'a rien de commun, que la mortification de ces cellules, avec le diverticule entodermique qui pénètre dans la trompe des Balanoglosses et qui a son analogue chez les *Cephalodiscus*. On ne peut pas plus assimiler ces formations à un rudiment de corde qu'on ne pourrait le faire pour le diverticule médian, tout à fait analogue, cette

(1) *Les Colonies animales*, p. 677 et 684.

fois, à celui des Balanoglosses, qu'envoie en avant l'intestin principal de la plupart des Turbellariés polyclades et triclades. Au contraire, on comprendra facilement comment a pu se constituer une corde dorsale chez un Ver annelé dont le système nerveux, exceptionnellement développé, et les ébauches mésodermiques ont été affectés de tachygénèse. Or la formation du système nerveux par une invagination de l'exoderme, celles du mésoderme par deux évaginations de l'entoderme sont des preuves évidentes de l'intervention de la tachygénèse ([1]). Les proportions considérables prises par le système nerveux fournissent d'ailleurs l'explication des deux derniers caractères distinctifs des Vertébrés.

» 7° *Disparition du collier œsophagien.* — Le volume exceptionnel pris par le système nerveux chez tous les Vertébrés exclut de leur généalogie les Balanoglosses où le cordon axial est, au contraire, réduit à un très court rudiment ne dépassant pas la longueur du collier. Les proportions prises par l'axe nerveux entraînent forcément son développement précoce, sa formation par des procédés rapides. Il se forme, en effet, aux dépens d'une assez large plage exodermique qui s'enfonce au-dessous des régions voisines bien avant que la bouche ne se soit constituée. Le système nerveux ébauché avant la bouche n'a plus à tenir compte, comme il le fait chez les Vers annelés, de l'existence de celle-ci, en se développant autour d'elle. Le collier n'a plus de raison d'être ([2]) : il disparaît et le cerveau se complétant sur la ligne médiane neurale s'oppose à la formation de la bouche sur cette ligne. C'est la cause du renversement d'attitude des Vertébrés, déjà signalé par Geoffroy Saint-Hilaire.

» 8° *Renversement d'attitude du Vertébré.* — La simple comparaison d'une coupe d'embryon de Squale et d'une coupe de Ver annelé suffit à établir, comme, après Geoffroy Saint-Hilaire, l'a prouvé Semper, que l'inverse disposition des organes dans les deux embranchements s'explique facilement par un simple changement d'attitude. Si l'on envisage l'embryogénie de l'*Amphioxus* telle qu'elle a été décrite par Hatschek et, en dernier lieu, par Willey, en ayant présentes à l'esprit les considérations que nous venons de résumer, non seulement toutes les singularités en apparence inexplicables du développement de cet animal s'éclairent d'elles-mêmes, mais elles montrent par quelle voie a été réalisée l'inversion des Vertébrés

([1]) Voir *Comptes rendus*, décembre 1896. Rapport sur le Concours du prix Serres, par l'Auteur.

([2]) E. Perrier, *Les Colonies animales*, p. 695; 1881.

supérieurs. La bouche de l'*Amphioxus* ne se transporte pas, en effet, d'emblée sur la ligne médiane opposée à celle qu'occupe l'axe nerveux; elle se forme le plus près possible de sa situation primitive, sur le côté gauche du corps. La bouche étant devenue latérale, l'animal ne peut manger qu'à la condition de se coucher sur le côté gauche du corps, ce qui devient son attitude habituelle. D'après le principe de Lamarck (*Usage et défaut d'usage des organes*), dont toute l'histoire des animaux sans vertèbres est d'ailleurs une éclatante confirmation, il résulte de cette attitude nouvelle que les organes des sens de la moitié gauche du corps, plus en rapport avec la nutrition des aliments, se développent seuls : le jeune animal ne présente qu'une fossette olfactive et un organe gustatif (organe de Hatschek), tous deux situés à gauche. Par suite de cette même attitude, toutes les fentes branchiales gauches sont masquées et mises dans l'impossibilité de fonctionner normalement. L'animal est dès lors incité à tordre la région de son corps qui leur correspond, de manière à ramener toutes ses fentes branchiales sur le côté droit. Ceci n'est pas une simple hypothèse; cette torsion, le jeune *Amphioxus* la présente au cours de son développement (Willey), sans qu'aucune nécessité physiologique actuelle puisse l'expliquer; ses deux séries de fentes branchiales, les bandelettes saillantes entre lesquelles elles sont comprises, qui sont les premières traces de la cavité sous-branchiale de l'animal adulte, se forment exclusivement sur le côté droit du corps et dessinent les courbes suivant lesquelles la torsion s'est effectuée. L'application de la loi de patrogonie oblige à conclure que les ancêtres de l'*Amphioxus* ont traversé une période où ils vivaient couchés sur le côté gauche, la bouche appliquée contre le sol, et où ils étaient obligés, pour assurer la régularité de leur respiration, de tordre la région branchiale de leur corps. Cette attitude permanente a déterminé, par suite de la contraction constante de certains muscles et le relâchement de leurs antagonistes, une dissymétrie du corps qui s'est transmise héréditairement (*principe de Lamarck*), et cette phase de l'histoire de l'*Amphioxus* se trouve encore inscrite dans leur développement embryogénique. Plus tard, l'animal a pris l'habitude d'enfoncer dans le sable son extrémité postérieure; il s'est trouvé ramené à vivre dans un milieu homogène; les formes symétriques, agissant d'accord avec une hérédité plus ancienne non combattue par des efforts contraires, et avec la conformation même des régions du corps qui ont échappé à la torsion, ont amené la bouche, par des déformations successives, à se placer dans le plan de symétrie, et, comme elle ne pouvait reprendre sa place sur la ligne médiane dorsale, elle s'est trans-

portée sur la face ventrale. Ainsi s'est trouvée préparée l'attitude nouvelle et le retour à une symétrie parfaite des Vertébrés descendant de l'*Amphioxus* ou de Vertébroïdes analogues ([1]). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année 1897.

MM. **Maurice Lévy** et **Mascart** réunissent l'unanimité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delaurier** soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « Recherches sur la navigation aérienne sans ballons. »

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

([1]) Ce dernier, à l'état adulte, n'a pas encore retrouvé cette symétrie, comme en témoignent la présence, sur le côté gauche du corps, d'une fossette olfactive unique, la continuité de la moitié droite du capuchon oral avec l'expansion céphalique de la nageoire, la continuité de la seule métapleur droite avec la nageoire ventrale, le chevauchement des segments musculaires droits et gauches et, enfin, l'avortement des organes génitaux, du côté gauche, chez l'*Amphioxus cultellus* du détroit de Torrès et l'*A. lucayanus* de Bahama, pour lesquels ont été créés les genres *Epigonichthys* et *Asymmetron*.

Les inductions au moyen desquelles nous avons interprété les phénomènes de torsion que l'on constate dans le développement de l'*Amphioxus*, les déductions que nous avons tirées de ces phénomènes, relativement à l'histoire du renversement des Vertébrés, ne sont que des applications strictement scientifiques des lois générales reconnues par tous, en principe, mais trop souvent oubliées dans chaque cas particulier. On observe d'ailleurs des phénomènes de torsion analogues et que le principe de Lamarck explique, de même, dans le développement de beaucoup d'animaux fixés (Cirripèdes, Bryozoaires, Echinodermes, Tuniciers), chez les Mollusques gastéropodes, les Poissons pleuronectes. La règle qui domine tous ces phénomènes, et qu'on peut appeler *règle de la fixation des attitudes*, peut s'exprimer ainsi :

Lorsqu'en passant d'un genre de vie à un autre un animal est conduit, pour assurer le bon fonctionnement de ses organes, à prendre habituellement une attitude déterminée, cette attitude est susceptible de se fixer et de se transmettre héréditairement.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui seront chargés d'examiner, au point de vue de la ressemblance, le buste d'*Edmond Becquerel*.

L'Académie désigne, pour cet examen, MM. **Bertrand** et **Henri Becquerel**.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault, pour l'année 1897 ». (Présenté par M. Mascart.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces minima.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Pour simplifier, j'appelle réseau M tout réseau O qui a une représentation sphérique isothermique, comme c'est le cas pour les lignes de courbure d'une surface minima. Les normales d'un tel réseau forment une congruence K et O, qui est un cas particulier de celles étudiées dans ma précédente Note; en conservant les notations de cette Note, il faudra supposer

$$A = a = ie^{i\varphi}, \qquad B = b = e^{i\varphi}.$$

» On aura, par conséquent,

$$d(Z_k + iY_k) = p\,dx_k, \qquad k = 1, 2, \ldots, 5,$$

d'où

$$Z_k + iY_k = px_k + \alpha_k.$$

» En tenant compte des relations qui existent entre les éléments d'un déterminant orthogonal, on trouve facilement

$$\Sigma \alpha_k x_k = -p, \qquad \Sigma \alpha_k z_k = +1, \qquad \Sigma \alpha_k y_k = i,$$

$$0 = p^2 + 2\Sigma \alpha_k x_k + \Sigma \alpha_k^2.$$

» On en déduit

$$\Sigma \alpha_k^2 = p^2.$$

» En faisant une substitution orthogonale dans l'espace à cinq dimensions, on peut supposer

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0, \qquad \alpha_5 = p,$$

et, par suite,

$$x_5 = 1.$$

» Les points $M(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ et $M'(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ décrivent des réseaux applicables; comme $x_5 = 1$, on peut énoncer le résultat suivant :

» *Tout réseau* M *est* 2C *d'une infinité de manières.*

» Comme dans le cas général, les points

$$N(X_1, X_2, X_3) \quad \text{et} \quad N'(Y_1, Y_2, \ldots, Y_5),$$

dans lesquels on suppose

$$X_i = \rho\alpha_i, \qquad Y_i = \rho x_i,$$

décrivent des surfaces applicables. Les réseaux C qui se présentent ici peuvent se diviser en deux groupes :

» 1° Ceux pour lesquels

$$\rho = \frac{1}{a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4}, \qquad a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 = 0:$$

prenons par exemple

$$\rho = \frac{1}{x_3 - ix_4}.$$

» Les points

$$P\left|\frac{\alpha_1}{x_3 - ix_4}, \frac{\alpha_2}{x_3 - ix_4}, \frac{\alpha_3}{x_3 - ix_4}\right| \quad \text{et} \quad P'\left|\frac{x_1}{x_3 - ix_4}, \frac{x_2}{x_3 + ix_4}, \frac{1}{x_3 + ix_4}\right|$$

décrivent des réseaux applicables. Le réseau P' se projette sur un plan suivant un réseau orthogonal; il est donc parallèle à un réseau C du paraboloïde de révolution.

» Ce premier groupe forme des réseaux parallèles à ceux qui sont applicables sur le paraboloïde de révolution.

» Les réseaux P et M se coupent suivant une droite L qui décrit une congruence C, 2O. Les deux réseaux O de la congruence L sont des réseaux M. Cette congruence L est aussi parallèle aux réseaux applicables sur le paraboloïde.

» L'équation ponctuelle du réseau P' est à invariants égaux; donc :

» *Un réseau* C *du paraboloïde de révolution se projette sur le plan directeur parallèlement à un réseau isothermique.*

» De même :

» *La perspective d'un réseau* C *du paraboloïde, faite du foyer sur une sphère ayant son centre au foyer, est la représentation sphérique d'une surface isothermique.*

» 2° Ceux pour lesquels

$$\rho = \frac{1}{a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + i x_5}; \qquad a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 = 1;$$

prenons, en particulier,

$$\rho = \frac{1}{x_4 - i x_5}.$$

Les points $Q\left(\frac{\alpha_1}{\rho}, \frac{\alpha_2}{\rho}, \frac{\alpha_3}{\rho}\right)$ et $Q'\left(\frac{x_1}{\rho}, \frac{x_2}{\rho}, \frac{x_3}{\rho}\right)$ décrivent des réseaux applicables qui sont C et 2O. Les deux congruences O conjuguées au réseau Q sont celle formée par la normale au réseau M, et une autre qui donne la nouvelle classe de surfaces isothermiques trouvée par M. Thybaut [*Sur la déformation du paraboloïde* (*Annales de l'École Normale*, 1897)].

» Les réseaux Q et M se coupent suivant une droite G. Cette droite G décrit une congruence C, 3O. On démontre facilement que cette congruence C est parallèle aux réseaux C, qui sont applicables sur le paraboloïde qui a un plan directeur isotrope.

» Une théorie analogue, appliquée aux surfaces à courbure totale constante, montrera que la *déformation des quadriques de révolution à centre et la déformation de la sphère sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce.* Note de M. **Martin Krause**, présentée par M. E. Picard.

« Dans une précédente Note (12 avril 1898), on a posé des systèmes d'équations différentielles auxquels satisfait la fonction

$$(1) \qquad \varphi(u_1, u_2) = \frac{\Im_0 \Im_1(v + a)}{\Im_0(a) \Im_0(v)} e^{-\sum \frac{d \log \Im(a)}{d a_i} u_i}.$$

» Les grandeurs α_1 et α_2 y étaient des constantes arbitraires. Supposons qu'il y ait entre elles une relation et cela

$$\mathfrak{S}_3(a_1, a_2) = 0. \tag{2}$$

» Alors se simplifient les équations différentielles auxquelles satisfait la fonction φ_1.

» Nous choisissons les deux suivantes

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_2^2} = \varphi_1(c + 2k^4 y_1^2 + 2y_3^2), \tag{3}$$

$$k\lambda\mu \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1^2} + \frac{\mathfrak{S}_1^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)} \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_2^2} - \frac{\partial}{\partial u_2} \frac{\mathfrak{S}_1^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)} \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_2} - k^2 \frac{\partial}{\partial \alpha_2} \frac{\mathfrak{S}_1^2(a)}{\mathfrak{S}_0^2(a)} \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_1} = \varphi_1 \mathrm{M}, \tag{4}$$

où M est une fonction hyperelliptique. Introduisons, au lieu de φ_1, une fonction Φ_1, liée avec elle par l'équation

$$\varphi_1 = \Phi_1 e^{\frac{k}{2\lambda\mu} \frac{\partial}{\partial \alpha_2} \frac{\mathfrak{S}_1^2(a)}{\mathfrak{S}_0^2(a)} u_1}; \tag{5}$$

nous aurons, pour Φ_1, les deux simples équations différentielles

$$\frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial u_2^2} = \Phi_1(c + 2k^4 y_1^2 + 2y_3^2), \tag{6}$$

$$k\lambda\mu \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial u_1^2} + \frac{\mathfrak{S}_1^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)} \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial u_2^2} - \frac{\partial}{\partial u_2} \frac{\mathfrak{S}_1^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)} \frac{\partial \Phi_1}{\partial u_2} = \Phi_1(c_1 + c_2 y_1^2). \tag{7}$$

» Les valeurs de c, c_1, c_2 seront déterminées, si l'on pose, pour v_1 et v_2, des valeurs constantes.

» Ces équations différentielles ont les propriétés suivantes :

» I. Les coefficients du côté gauche sont indépendants de a_1 et de a_2.

» II. Les équations ne se changent pas, si l'on pose, au lieu de u_1 et u_2, respectivement $-u_1$ et $-u_2$.

» III. Si l'on introduit, d'après *Rosenhain*, deux nouvelles variables z_1 et z_2, liées avec u_1 et u_2 par les équations

$$\frac{\mathfrak{S}_1^2(v)}{\mathfrak{S}_0^2(v)} = k\lambda\mu z_1 z_2, \quad \ldots, \tag{8}$$

la fonction Φ_1 se divise en deux facteurs dont l'un ne dépend que de z_1, l'autre ne dépend que de z_2.

» En effet, posons, pour les grandeurs a_1 et a_2,

$$\frac{\mathfrak{S}_1^2(a)}{\mathfrak{S}_0^2(a)} = k\lambda\mu tt', \quad \ldots; \tag{9}$$

la condition (2) peut être remplacée par la condition

$$t' = \frac{1}{k^2}.$$

Alors la fonction

$$F(v, a) = -\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)} + \frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} - \frac{\vartheta_{23}^2(a)}{\vartheta_0^2(a)}\frac{\vartheta_3^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} + \frac{\vartheta_3^2(a)}{\vartheta_0^2(a)}\frac{\vartheta_{23}^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}$$

se divise en deux facteurs dudit genre, et cela devient

$$(10) \qquad F(v, a) = \frac{k\lambda\mu}{1 - k^2 t}(z_1 - t)(z_2 - t).$$

En outre, entre les grandeurs u_1, u_2 et z_1, z_2 existent les équations différentielles

$$(11) \qquad \begin{cases} 2\,du_1 = \dfrac{dz_1}{\sqrt{R(z_1)}} + \dfrac{dz_2}{\sqrt{R(z_2)}}, \\ 2\,du_2 = \dfrac{z_1\,dz_1}{\sqrt{R(z_1)}} + \dfrac{z_2\,dz_2}{\sqrt{R(z_2)}}, \end{cases}$$

où l'on a posé

$$(12) \qquad R(z) = z(1 - z)(1 - k^2 z)(1 - \lambda^2 z)(1 - \mu^2 z).$$

» Nous avions déjà trouvé l'équation

$$\frac{\partial \log \varphi_1}{\partial u_\varepsilon} = \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial u_\varepsilon} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial x_\varepsilon}$$

ou aussi

$$\frac{\partial \log \Phi_1}{\partial u_1} = \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial u_1} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial x_1} - \frac{k}{2\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial x_2}\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)},$$

$$\frac{\partial \log \Phi_1}{\partial u_2} = \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial u_2} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial x_2}.$$

» De là s'ensuit

$$d\log\Phi_1 = \frac{1}{2}\,d\log F - \sqrt{\frac{R(t)}{4}}\left(\frac{dz_1}{(z_1 - t)\sqrt{R(z_1)}} + \frac{dz_2}{(z_2 - t)\sqrt{R(z_2)}}\right),$$

ou aussi

$$(13) \qquad \Phi_1 = Z_1 Z_2,$$

où l'on a posé

$$(14) \qquad \begin{cases} Z_1 = \sqrt{(z_1 - t)}\, e^{-\sqrt{\frac{R(t)}{4}}\int\frac{dz_1}{(z_1 - t)\sqrt{R(z_1)}}}, \\ Z_2 = \sqrt{(z_2 - t)}\, e^{-\sqrt{\frac{R(t)}{4}}\int\frac{dz_2}{(z_2 - t)\sqrt{R(z_2)}}}. \end{cases}$$

» Et là est la preuve du théorème III.

» IV. Regardé comme fonction de z_1 et de z_2, Φ_1 satisfait aux deux équations différentielles

$$(15)\qquad R(z_\varepsilon)\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial z_\varepsilon^2}+\frac{1}{2}R'(z_\varepsilon)\frac{\partial\Phi_1}{\partial z_\varepsilon}=\frac{\Phi_1}{4}H,$$

où l'on a posé

$$(16)\quad H=\tfrac{1}{2}R''(t)+\tfrac{1}{3}R^{(3)}(t)(z_\varepsilon-t)+\tfrac{1}{8}R^{(4)}(t)(z_\varepsilon-t)^2+\tfrac{1}{30}R^{(5)}(t)(z_\varepsilon-t)^3.$$

» Ces équations sont des cas spéciaux de celles qui sont intégrées par M. Fuchs, au moyen des intégrales hyperelliptiques, dans son travail publié dans les *Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1878.

» Dans le cas général des fonctions hyperelliptiques de premier ordre, il n'y a pas de difficulté de représenter d'une manière analogue les intégrales par les fonctions thêta. »

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination des courbes terminales des spiraux.* Note de MM. **Ch.-Éd. Guillaume** et **J. Pettavel**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans son célèbre Mémoire *Sur le spiral réglant* (¹), Phillips a démontré qu'un balancier bien équilibré, actionné par un spiral cylindrique d'un nombre suffisant de spires, effectue des oscillations isochrones lorsque le spiral est centré sur l'axe du balancier, et qu'il est terminé par des courbes symétriques assujetties aux deux conditions suivantes :

» 1° Le centre de gravité de chacune de ces courbes doit être situé sur le rayon perpendiculaire à celui qui passe par l'origine de la courbe;

» 2° Il doit être à une distance du centre exprimée par $\frac{\rho_0^2}{l}$, ρ_0 étant le rayon du spiral au repos, l la longueur de la courbe terminale, entre le point où elle quitte les spires et son encastrement à la virole ou au piton.

» Les courbes satisfaisant à ces conditions sont évidemment en nombre infini, et l'on s'arrête, en pratique, à celles qui, pour des raisons de construction, conviennent le mieux au type de chronomètre que l'on se propose de régler. Les courbes de Phillips, déterminées jusqu'ici par les régleurs, l'ont été presque exclusivement par un procédé graphique, con-

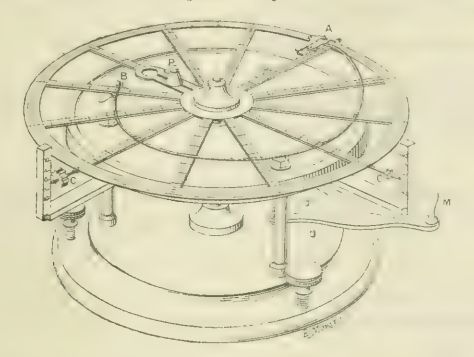
(¹) *Annales des Mines*, t. XIX, 1861.

sistant à faire des retouches successives à une première courbe tracée de sentiment et en calculant les moments statiques d'une série de tronçons de la courbe par rapport à deux axes rectangulaires.

» Il nous a semblé que ce procédé, long et fastidieux, pouvait être avantageusement remplacé par une méthode mécanique, consistant à matérialiser la courbe par un fil de métal, et à ramener son centre de gravité à l'endroit voulu, en vérifiant, par une pesée, la position de ce centre après chaque retouche.

» Pour réaliser cette idée, nous avons construit l'appareil suivant :

» Sur un socle en fonte repose un disque évidé, portant en son milieu une pointe fine sur laquelle il peut pivoter. Ce disque, muni des organes nécessaires pour établir son équilibre, porte, en outre, deux pinces A, B



destinées à maintenir le fil à ses extrémités. Le socle renferme une tige d'acier, glissant verticalement dans une douille, et portant, à sa partie supérieure, une cuvette trempée et polie. Cette tige peut être élevée ou abaissée à l'aide de la manette M, de manière à laisser reposer le disque par son pourtour, ou à le faire pivoter sur sa pointe. Deux échelles, placées à angle droit sur le socle, en regard de deux pointes portées par le disque, permettent de mesurer son inclinaison.

» Sur un rayon perpendiculaire à celui qui contient le bord de la pince extérieure, le disque porte une coulisse dans laquelle on peut introduire un poids P dont la position est indiquée par une échelle.

» La détermination d'une courbe de Phillips à l'aide de cet appareil se fait de la manière suivante : les pinces étant placées aux deux points que doivent occuper les extrémités de la courbe, on établit l'équilibre du

disque seul à l'aide des contrepoids C, C. On pèse la courbe et l'on mesure sa longueur, puis on introduit dans la coulisse le poids P destiné à lui faire équilibre. Ce poids peut être le même pour des courbes diverses, à la seule condition que son moment statique par rapport au centre soit égal au produit du poids de la courbe par la distance donnée par la formule de Phillips. On met alors en place les deux bouts de la courbe, on détermine le défaut d'équilibre en soulevant le disque sur sa pointe, puis on procède, en mettant chaque fois le disque au repos, à des retouches successives, à l'aide de deux pinces appropriées, jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu.

» Le disque de notre appareil a un diamètre de 20^{cm}. Nous avons trouvé qu'un fil de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre en alliage fusible, employé dans les circuits électriques, donne de bons résultats, au double point de vue de la sensibilité et de la facilité des retouches.

» Une courbe ayant été obtenue, il suffit d'en faire un calque et de la réduire ensuite.

» Notre appareil permet de réaliser, en quelques minutes, une courbe d'un type nouveau [1]. »

PHYSIQUE. — *Méthode nouvelle pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.* Note de MM. **J.-B. Baille** et **C. Féry**, présentée par M. Cornu.

« Lorsqu'une masse métallique est placée dans un champ magnétique tournant, dû à la superposition de deux ou plusieurs courants alternatifs convenablement décalés, elle tend à prendre une vitesse de rotation égale à celle du champ.

» L'industrie tire parti de ce fait, et l'on construit sur ce principe des moteurs pouvant produire un travail considérable. Nous avons pensé qu'il serait possible d'employer ces champs tournants pour déterminer, dans des conditions particulièrement simples, l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Si, en effet, la masse métallique soumise au champ est immobilisée, elle est sollicitée par un couple, et, comme le travail produit est nul, l'échauffement est rapide : les déterminations simultanées de la quantité de chaleur ainsi produite et du travail absorbé, connu par le moment du couple et la vitesse de rotation, donnent en effet le rapport cherché.

» Les mesures peuvent se faire avec une grande précision, car toutes les

(1) Cet appareil a été construit, avec la collaboration de l'un de nous, à l'École d'Horlogerie et de Mécanique de Fleurier (Suisse).

parties de l'appareil sont immobiles, et les corrections de refroidissement s'effectuent avec autant d'exactitude que dans les déterminations calorimétriques ordinaires.

» L'appareil que nous avons construit pour réaliser ces conditions se compose essentiellement d'un cylindre de cuivre rouge fixé à l'extrémité d'une balance amortie.

» Ce cylindre foré reçoit un thermomètre de précision qui donne à chaque instant sa température; on l'a disposé dans l'axe d'un anneau recevant les courants biphasés d'une petite machine Gramme alternative. Une double enveloppe en ébonite, parcourue par un courant d'eau à température constante, évite le rayonnement de l'anneau sur le cylindre de cuivre.

» La balance, étant en équilibre, est immédiatement déviée dès qu'on lance le courant dans l'anneau; le poids nécessaire pour ramener le système au zéro permet de calculer le couple. D'autre part, la vitesse du champ est mesurée par celle de la machine génératrice qui porte un compteur de tours fixé à demeure; le travail est donc connu très exactement ([1]).

» Pour évaluer la quantité de chaleur correspondante, nous avons déterminé l'élévation de température pendant un temps assez court pour que le rayonnement soit constant dans cet intervalle. On note ensuite le temps mis par le cylindre pour se refroidir de la quantité dont il s'est échauffé, ce dont on tire la correction de refroidissement.

» Voici, à titre d'exemple, l'une des séries obtenues avec notre appareil dont le cylindre réduit en eau vaut $55^{gr},5$:

Temps.	Moment du couple.	Élévation de température.	Correction de refroidissement.	Élévation vraie.	E.
min		°	°	°	
0......	»	»	»	»	»
5......	$l \times 3,270$	1,74	1,07	2,81	425
10......	3,249	1,50	1,31	2,81	422
15.	3,232	1,28	1,48	2,76	424
20......	3,213	1,10	1,65	2,75	426
25	3,211	0,93	1,82	2,75	426

» La vitesse de la machine était de 1389 tours par minute, et le bras de levier l de la balance de $22^{cm},5$.

» On peut, au premier abord, être étonné de la valeur élevée de la correction de refroidissement; cette correction est, en effet, déterminée par la différence de température entre l'enceinte extérieure et le corps calorimétrique. Elle augmente donc continuellement jusqu'au moment de

([1]) La machine étant à quatre pôles, la vitesse du champ est double de celle indiquée par le compteur.

l'équilibre thermométrique, où elle deviendrait le seul facteur à déterminer. En conduisant l'expérience jusque-là, on réaliserait la méthode des *températures stationnaires*, bien connue en Physique.

» Il n'y a donc pas lieu de se préoccuper de la valeur relative, mais bien de la précision avec laquelle on obtient cette correction de refroidissement.

» On peut remarquer que le couple et l'élévation de température vont en diminuant régulièrement; ceci peut s'expliquer par l'accroissement de la résistance électrique du cuivre qui a passé, dans cette expérience, de 10°,86 à 27°,42.

» Les quelques nombres que nous venons de donner n'ont d'autre but que de montrer la grandeur des quantités mises en jeu; nous nous proposons de reprendre ces expériences avec un appareil mieux disposé, où les causes d'erreur que nous avons observées dans cet appareil d'essai soient réduites autant que possible.

» Parmi ces causes d'erreur, une des plus importantes semble être le maintien de l'immobilité du corps calorimétrique, par rapport à son enceinte, pendant toute la durée de l'expérience; si les précautions prises à cet effet ne sont pas rigoureuses, la correction de refroidissement est rapidement erronée.

» Les champs tournants se prêtent aussi à la détermination de plusieurs autres constantes physiques pour la mesure desquelles on est amené à réaliser un déplacement rapide entre des circuits fermés et un champ magnétique. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques expériences de Télégraphie acoustique sous-marine, à l'aide d'un microphone à pivots.* Mémoire de M. E. Hardy, présenté par M. A. Cornu. (Extrait par l'auteur.)

« On sait que les vibrations sonores se transmettent dans l'eau à de grandes distances; mais, comme l'amplitude de ces vibrations est faible, pour percevoir de très loin les bruits sous-marins il est nécessaire d'employer des appareils très sensibles aux vibrations sonores tout en étant résistants aux perturbations extérieures.

» Des expériences faites à Cherbourg, par ordre de M. le Ministre de la Marine, ont montré la grande supériorité des microphones à pivots pour ce genre d'observations et fait voir une application si humanitaire de la Télégraphie acoustique sous-marine, que M. le Ministre de la Marine en a autorisé l'emploi.

» Le microphone à pivots se compose d'un petit disque de charbon fixé au centre de la plaque vibrante. Des éléments à pivots sont installés autour de ce disque. Chaque élément à pivots se compose d'une pièce mobile avec contrepoids pour régler la pression des charbons. Une petite quantité de mercure entoure chaque pivot et assure le passage du courant électrique dans la pièce mobile sans gêner en rien sa mobilité. »

PHYSIQUE. — *Sur l'osmose des liquides à travers une membrane de caoutchouc vulcanisé* (¹). Note de M. G. Flusin, présentée par M. Friedel.

« Au cours de ses recherches sur l'osmose, M. Raoult (²) a trouvé que, si l'on sépare par une membrane de caoutchouc vulcanisé de l'éther et de l'alcool méthylique, il se produit un passage de l'éther vers l'alcool; sur ses bienveillants conseils, j'ai entrepris d'étudier l'osmose de différents autres liquides à travers le caoutchouc. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats obtenus.

» J'ai employé du caoutchouc vulcanisé de 1^{mm} d'épaisseur. Sa densité à 17° est 0,997; il laisse 2 pour 100 de cendres et il renferme 12,54 pour 100 de soufre total, dont 1,28 seulement de soufre combiné. Plongé dans les liquides indiqués ci-après, ce caoutchouc se gonfle, devient translucide, mais conserve sa cohésion.

» J'ai reconnu d'abord que, si l'on s'en sert comme diaphragme, en mettant une face en contact avec de l'eau et l'autre avec de l'alcool méthylique, de l'alcool éthylique ou de l'acide acétique, on n'observe pas de mouvement osmotique; l'examen de l'eau montre de plus que les corps précédents ne traversent pas sensiblement la membrane en douze heures. Au contraire, si l'on dispose d'un côté de l'alcool éthylique et de l'autre de la benzine, du chloroforme, de l'essence de pétrole, etc., ces liquides passent plus ou moins rapidement vers l'alcool.

» La mesure de la pression osmotique limite (si tant est qu'il y en ait une) m'ayant présenté, comme à M. Raoult, des difficultés que je n'ai pu surmonter, je me suis borné à mesurer la vitesse du courant osmotique, la pression restant constante de chaque côté du diaphragme.

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 187. *Zeitsch. für phys. Chem.*, 4, t. XVII, p. 737; 1895.

» Dans ce but, je me suis servi de l'osmomètrè de M. Raoult. La cloison de caoutchouc est serrée entre deux disques de tôle perforée qui s'opposent à sa déformation. Un des compartiments de l'osmomètre est rempli avec le liquide en expérience et *l'autre avec de l'alcool éthylique*. Ces deux compartiments communiquent avec deux tubes de verre divisés, de $2^{mm},6$ de diamètre intérieur, disposés parallèlement dans le même plan horizontal, de sorte que les mouvements des colonnes liquides s'y effectuent sans que la pression varie. On amène les ménisques au milieu des tubes et l'on plonge l'appareil dans un bain d'eau maintenu à 12° C.; les lectures sont faites à intervalles déterminés. Au bout de quinze à quarante minutes, suivant la nature des liquides, la marche des ménisques prend un régime régulier qui permet de calculer la vitesse d'osmose relative à l'alcool éthylique.

» Les résultats obtenus sont rapportés dans le Tableau suivant, où v désigne la vitesse des ménisques en millimètres par minute et V la hauteur du liquide, en millimètres, qui serait soulevée par l'osmose au-dessus du diaphragme dans le même temps :

Substances séparées de l'alcool par le caoutchouc.	v.	$V \times 10000$.
1. Sulfure de carbone pur	10,20	193,8
2. Chloroforme pur	7,65	145,3
3. Toluène pur	4,00	76,0
4. Éther anhydre	4,00	76,0
5. Benzine pure	3,00	57,0
6. Xylène pur (136°-140°)	2,65	50,3
7. Essence de pétrole ($D_0 = 0,720$)	2,50	47,5
8. Chlorure de benzyle	0,70	13,3
9. Essence de térébenthine ($D_0 = 0,883$)	0,60	11,4
10. Huile de pétrole ($D_0 = 0,812$)	0,45	8,5
11. Nitrobenzine pure	0,15	2,8

» Les corps étant rangés par ordre décroissant de vitesse d'osmose, il semble probable que, si l'on séparait par une membrane de caoutchouc deux quelconques de ces liquides, celui dont le numéro d'ordre serait le plus faible passerait le plus vite. C'est ce que j'ai vérifié pour tous ces corps pris deux à deux et se suivant immédiatement. Il est à remarquer toutefois que les vitesses d'osmose observées dans ces conditions ne sont pas proportionnelles à la différence des vitesses relatives à l'alcool; on conçoit en effet que le diaphragme ne soit plus ici dans le même état et qu'il soit pénétré inégalement par les deux liquides se rencontrant au sein même de la membrane.

» Dans ces phénomènes, l'affinité plus ou moins grande des liquides pour le caoutchouc joue un rôle évident. Afin de rechercher la relation qui pouvait exister entre cette affinité et les vitesses d'osmose, j'ai mesuré les volumes de liquides absorbés par le caoutchouc au bout de temps variant de une minute à vingt-quatre heures.

» Un disque de caoutchouc neuf est plongé dans le liquide pendant un temps déterminé, à l'expiration duquel il est rapidement essuyé, sans pression, et pesé. Après dessiccation complète, il est pesé de nouveau. C'est ainsi le poids du disque desséché, et non celui du disque neuf, qui sert pour le calcul, car, pendant le séjour du caoutchouc dans le liquide, celui-ci a dissous une quantité variable de substances solubles.

		Nombre de centimètres cubes de liquide absorbés par 100gr de caoutchouc au bout de						
Substances.	V × [illegible]	1m.	5m.	15m.	30m.	1h.	3h.	24h.
1. Sulfure de carbone......	193,8	65	233	445	602	724	778	811
2. Chloroforme...........	145,3	33	159	343	538	721	929	964
3. Toluène...............	76,0	24	116	260	417	556	720	740
4. Éther.......	76,0	19	90	175	264	320	324	343
5. Benzine................	57,0	17	96	218	358	478	565	586
6. Xylène.................	50,3	15	95	216	330	528	594	635
7. Essence de pétrole......	47,5	13	71	160	267	366	434	438
8. Chlorure de benzyle	13,3	7	25	53	119	189	313	439
9. Essence de térébenthine .	11,4	4	17	43	94	139	385	552
10. Huile de pétrole...... .	8,5	3	10	25	56	78	217	367
11. Nitrobenzine...........	2,8	2	6	16	24	47	86	136
Alcool méthylique..........	—	—	»	»	»		—	2
Alcool éthylique............	»	»	»	»	»	»	»	3
Alcool acétique.............	»	—	—	—	—	»	»	12

» Ainsi qu'on le voit, les nombres de la dernière colonne, correspondant à des substances osmotiquement inactives, sont beaucoup plus petits que les onze premiers concernant des substances actives. De plus, ceux qui se rapportent à ces dernières se classent dans le même ordre que les vitesses osmotiques et leur sont même grossièrement proportionnels, lorsque la durée d'immersion est très courte. La même chose n'arrive pas pour les nombres obtenus après vingt-quatre heures d'immersion.

» La vitesse d'osmose ne dépend donc pas, comme le pense M. Tammann [1], du volume maximum de liquide que peut absorber le caoutchouc,

[1] *Zeitsch. für phys. Chem.*, 4. t. XXII, p. 481; 1897.

mais bien de l'énergie avec laquelle le caoutchouc s'empare du liquide, *dès la première minute de contact;* en d'autres termes, la vitesse d'osmose croît avec le coefficient angulaire à l'origine de la courbe obtenue en portant en abscisses les temps d'immersion et en ordonnées les volumes de liquide absorbés. »

PHOTOGRAPHIE. — *Amélioration des clichés photographiques surexposés.* Note de M. **Mercier**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que les clichés exposés trop longtemps à la chambre noire sont faibles et uniformément gris quand la surexposition est trop grande; on n'obtient plus que des traces d'image.

» Il suffit de plonger une plaque, même fortement surexposée, dans une dissolution d'émétique ($2^{gr},5$ dans 100^{gr} d'eau) pendant environ deux minutes, de laisser sécher et de développer à l'hydroquinone pour obtenir une image vigoureuse. On sauve ainsi des épreuves autrement inutilisables.

» Il est indifférent d'opérer sur la plaque avant ou après l'exposition.

» Les sels d'antimoine ou d'arsenic à oxyde organique jouissent de la même propriété. Il en est de même des sels de morphine et de codéine : ils donnent des clichés plus doux que l'émétique avec l'acide pyrogallique comme avec l'hydroquinone.

» Les réducteurs utilisés comme développateurs (amidol, métol, orthol, pyrogallol), employés à doses extrêmement faibles (1^{cgr} dans 100^{gr} d'eau) et préalablement oxydés par l'action de l'air, retardent la venue de l'image entière en cas de sous-exposition et favorisent la venue des grands noirs en cas de surexposition; ils permettent d'obtenir des clichés purs et avec des contrastes vigoureux, alors que la pose a été excessivement prolongée.

» Employés après la pose, ils retardent la venue de l'image et lui donnent moins d'intensité.

» Ces mêmes réducteurs-développateurs non oxydés (l'amidol en particulier) avancent le développement à l'hydroquinone ou à l'acide pyrogallique. Ils augmentent l'intensité des noirs en conservant à l'image une grande pureté.

» Les diverses substances dont j'ai parlé agissent à condition qu'on ait laissé sécher sur la plaque. Mais il est inutile de les ajouter au développateur. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil destiné à aérer l'eau distillée ou bouillie.* Note de M. **Maillet**, présentée par M. Lippmann.

« L'eau à aérer est contenue au fond d'un réservoir en métal. Soulevée par un appareil élévatoire elle retombe en pluie dans le fond du réservoir. L'appareil élévatoire est une sorte de pompe à force centrifuge, ou plus exactement c'est une turbine centrifuge à réaction, dont le jeu est renversé de façon à fonctionner comme machine élévatoire. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Récapitulation des poids atomiques calculés par la méthode des densités limites.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai calculé dans une Note précédente par la méthode physique des densités limites les poids moléculaires de divers composés gazeux oxygénés et hydrogénés. Sachant que O = 16 par convention, et que H = 1,0074 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1030; 1898) on calcule sans difficulté les poids atomiques du carbone, de l'azote, du chlore et du soufre :

$CO^2 = 44.000$	$Az^2O = 44.000$	$HCl = 36.486$	$C^2H^2 = 26,020$	$SO^2 = 64.046$
$O^2 = 32.000$	$O = 16.000$	$H = 1.007$	$H^2 = 2.015$	$O^2 = 32.000$
$C = 12,000$	$Az = 14.000$	$Cl = 35.479$	$C = 12,0025$	$S = 32,046$

» Le poids atomique de l'élément étudié se déduit avec d'autant plus d'exactitude du poids moléculaire du composé correspondant que cet élément y entre pour une plus forte proportion. Les composés hydrogénés sont plus favorables au calcul que les composés oxygénés. En effet C forme en poids les $\frac{12}{13}$ de C^2H^2; Cl les $\frac{35}{36}$ de HCl; tandis que S ne forme que $\frac{1}{2}$ de SO^2; Az moins de $\frac{1}{3}$ de Az^2O; et C les $\frac{3}{11}$ de CO^2. Ce dernier cas est le plus défavorable de tous. L'erreur relative sur le poids atomique du carbone, déduit de la densité de CO^2, est presque quadruple de l'erreur qui existe sur cette densité même.

» Proposons-nous maintenant de comparer les poids atomiques calculés par la méthode physique avec ceux que l'on déduit des analyses chimiques. Les expériences auxquelles les chimistes attribuent la plus grande valeur sont celles de Stas [1], qui a

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, t. X, p. 208; 1860; *Mémoires de l'Académie de Belgique*, t. XXXV, p. 1; 1865; t. XLIII, p. 1; 1882.

On consultera, en outre, Van der Plaats, *Essai de calcul des poids atomiques* de

exécuté avec un soin extrême deux séries parallèles : synthèse des sulfure, chlorure, bromure, iodure d'argent; analyse des sulfate, chlorate, bromate, iodate d'argent. Ces déterminations ont passé pour irréprochables jusqu'au jour où Dumas a reconnu que l'argent fondu employé par Stas retient en moyenne 166^{mgr} d'oxygène par kilogramme (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XIV, p. 289; 1878). Cette cause d'erreur n'influe pas sur la série des analyses, mais diminue la précision de la série des synthèses. Dumas en a conclu que Stas a donné pour le chlore un poids atomique trop bas de quelques dix-millièmes de sa valeur. M. Leduc (*Comptes rendus,* t. CXXV, p. 300; 1897) a montré que, dans le cas de l'azote, cette même cause d'erreur conduit au contraire à un poids atomique trop haut de trois millièmes de sa valeur. Sans entrer dans une discussion qui aura sa place ailleurs, je dirai que la présence de l'oxygène dans l'argent fondu a conduit Stas à un poids atomique trop élevé pour l'argent, et que, si l'on admet le taux moyen d'oxygène par kilogramme d'argent qui résulte des expériences de Dumas, il convient de substituer la valeur $Ag = 107,912$ au nombre de Stas $Ag = 107,930$, et, pour les calculs tout à fait précis, de retenir seulement la série des analyses. Ce qui prouve clairement la nécessité de cette correction systématique aux poids atomiques de Stas, que Dumas a découverte en 1878 par une méthode purement chimique, c'est que les modifications auxquelles elle conduit, diverses en grandeur et en signe, sont confirmées qualitativement et quantitativement par les trois systèmes de mesures entièrement indépendants les uns des autres que fournit pour le chlore, le soufre et l'azote, la méthode physique des densités limites.

» *Carbone.* — La densité limite de C^2H^2 donne $C = 12,0025$; celle de CO^2 donne $C = 12,000$ [1]; celle de CO, qui est connue avec une grande précision (0,87495 selon M. Leduc, 0,87498 selon Lord Rayleigh), nous a donné précédemment $C = 12,007$. La discussion de ces divers nombres conduit à adopter finalement $C = 12,005$.

» *Azote.* — La densité limite de Az^2O donne $Az = 14,000$; la densité limite de Az donne $Az = 14,007$. Si l'on remarque que Az^2O est difficile à obtenir tout à fait pur et que sa densité a été l'objet de mesures moins concordantes que celle de Az, pour laquelle M. Leduc a trouvé 0,87508, et Lord Rayleigh 0,87507, on attribuera plus de poids à la seconde valeur et l'on admettra finalement $Az = 14,005$.

» Dans tous les cas, la valeur de Stas, $Az = 14,044$, est viciée par l'erreur systématique signalée plus haut et doit être abandonnée.

» *Argon.* — D'après Lord Rayleigh (*Proceed. Roy. Soc.,* t. LXII, p. 209; 1898), la densité de l'argon, par rapport à l'oxygène, est 1,24623. La compressibilité de l'argon n'a pas été étudiée expérimentalement; mais, sachant que ses constantes critiques sont $\theta = -121°$; $\varpi = 50^{atm}$, on peut calculer A_0^1 par le principe des états correspon-

---

M. Stas (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. VII, p. 499; 1886); et *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1362; 1893.

(1) En adoptant pour la densité de CO^2 le nombre de Lord Rayleigh au lieu de celui de M. Leduc, on trouve $C = 12,0035$. On voit que, même dans ce cas qui, comme il a été dit, est le plus défavorable de tous pour le calcul, la précision des mesures expérimentales laisse place à bien peu d'incertitude.

dants. Il suffit de tracer la courbe de M. Leduc ayant pour abscisses $\theta + 273^\circ$ et pour ordonnées $A_0^1\pi$, au moyen des données connues sur Az, CO, O, AzO et de relever sur l'abscisse 273°-121° la valeur du produit $A_0^1\pi$ relatif à l'argon. On trouve ainsi $A_0^1 = 0,00070$, $v_m = 0,99930$, $M = 39,882$.

» *Chlore*. — La densité limite de HCl donne $Cl = 35,479$. Stas a trouvé par la synthèse du chlorure AgCl : $Ag = 1,32850$ et par l'analyse du chlorate AgCl : $AgClO^3 = 0,7492045$. Éliminant Ag entre ces deux relations, il vient $Cl = 35,456$. Si l'on garde seulement le second rapport en y adjoignant $Ag = 107,912$, il vient $Cl = 35,479$, nombre identique à celui que donne la méthode physique.

» *Soufre*. — La densité limite de SO^2 conduit à $S = 32,046$. Stas a trouvé, par la synthèse du sulfure d'argent Ag^2S : $Ag = 1,148521$ et par l'analyse du sulfate d'argent Ag^2 : $Ag^2SO^4 = 0,692033$. Éliminant Ag entre ces deux relations, il vient $S = 32,058$. Si l'on garde seulement le second rapport, en y adjoignant $Ag = 107,912$, il vient $S = 32,045$, nombre presque identique à celui que donne la méthode physique.

» Cette concordance avec les résultats d'un expérimentateur tel que Stas montre la précision de la méthode des densités limites.

» Pour donner une idée de l'erreur que l'on commettrait dans le cas de SO^2 en prenant la densité normale au lieu de la densité limite, je dirai que l'on en déduirait $S = 33,55$. On sait, d'ailleurs, qu'il y a plus d'un siècle que SO^2 a été liquéfié par Monge et Clouet par un refroidissement à — 20°, et que Œrsted, pour expliquer la différence entre la densité théorique de ce gaz et sa densité réelle, invoquait déjà sa grande compressibilité au voisinage de son point de condensation.

» *Conclusion*. — Les calculs précédents justifient le point de vue dont je suis parti, à savoir que l'hypothèse d'Avogadro, d'après laquelle : *Volumes égaux de tous les gaz renferment même nombre de molécules*, est une loi limite qui se vérifie exactement pour de très faibles pressions. Par suite, *les poids moléculaires des gaz sont proportionnels à leurs densités limites. Ces densités limites s'obtiennent en multipliant les densités normales (c'est-à-dire prises à 0° et sous la pression atmosphérique) par le facteur $1 - \varepsilon$ qui représente l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à celle d'un gaz parfait entre* 0^{atm} *et* 1^{atm} (¹).

» On obtient ainsi les poids atomiques :

O.	H.	C.	Az.	S.	Cl.	A.
16	1,0074	12,005	14,005	32,046	35,479	39,882

» Cette méthode purement physique pour la détermination des poids atomiques rivalise de précision avec les méthodes chimiques dans les cas

(¹) Dans le cas où la compressibilité du gaz n'a pas été étudiée expérimentalement, il suffit de connaître ses constantes critiques pour calculer $1 - \varepsilon$ d'une manière approchée, comme il a été montré plus haut pour l'argon.

où celles-ci sont directes (synthèse d'un composé oxygéné tel que H^2O, CO^2, P^2O^5, etc.). Elle l'emporte sur elles dans les cas (Cl, S, Az, etc.) où elles sont indirectes. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la détermination des poids moléculaires des gaz.* Réponse de M. **Marqfoy** à M. Daniel Berthelot.

« M. D. Berthelot a montré, dit la phrase qui a motivé, dans le n° 17 (25 avril 1898) des *Comptes rendus*, ma réclamation de priorité, que « le » poids moléculaire d'un gaz est en réalité proportionnel, non pas à sa » densité réelle (à cause des écarts des lois de Mariotte et de Gay-Lussac) » mais au produit de cette densité par son volume moléculaire ».

» La réponse de M. D. Berthelot insérée dans le n° 18 (2 mai 1898) disant : « Cet énoncé ne m'est propre en aucune manière, pas plus qu'à » M. Marqfoy », s'applique donc à lui-même en faisant voir qu'il n'avait pas à *montrer* la proposition ci-dessus.

» La loi que j'ai revendiquée a d'ailleurs une forme principale autre, qui est $E = \Delta R_m$, R_m coefficient de compression et porosité de l'atome, et c'est en raisonnant sur cette forme que j'arrive à dire, page 265, comme le fait aujourd'hui M. D. Berthelot : « On retrouve ainsi la formule générale » $P = VD$, comme cela devait être. »

« Quant au fait que les volumes moléculaires des divers gaz ne sont pas » rigoureusement égaux dans les conditions moyennes de température et de » pression, dit encore M. D. Berthelot..., c'est une vérité connue depuis » longtemps. »

» Je n'y contredis point. Mais ce n'est point de cela qu'il s'agit. La Chimie, quand elle traite des corps gazeux, se borne à les considérer statiquement aux conditions normales de température et de pression. Or, la densité, le volume sont des éléments essentiellement dynamiques. Si j'appelle 1 le volume de la molécule d'hydrogène aux conditions extrêmes, ce volume devient 6977 aux conditions normales, tandis que si j'appelle 1 le volume de la molécule d'oxygène aux conditions extrêmes, ce volume devient 702 aux conditions normales. Tant qu'il ne sera pas tenu compte des variations que les conditions de température et de pression, en variant elles-mêmes, font subir aux volumes, aux densités, il ne sera possible de rien conclure, pour les poids moléculaires, de densités examinées aux seules conditions normales qui, dans l'échelle des conditions, sont des conditions quelconques.

» Je nie donc, puisque M. D. Berthelot m'amène à critiquer son travail, ce que je n'avais point fait encore, qu'on puisse rien découvrir sur la détermination des poids moléculaires avec le seul secours des densités aux conditions normales, à moins qu'on n'appelle à son aide l'hypothèse d'Avogadro avec ses conséquences, hypothèse dont je me suis attaché, et je remercie M. D. Berthelot de l'avoir rappelé, à démontrer l'inexactitude justement pressentie d'ailleurs par M. Berthelot (*Synth. chim.*, p. 163).

» J'ai dit, comme le reproduit M. D. Berthelot, que l'équivalent de l'hydrogène étant 1, l'équivalent du carbone est 3, parce que, dans le gaz des marais, 12 en poids de carbone se combinent avec 4 en poids d'hydrogène, soit 3 de carbone avec 1 d'hydrogène.

» J'ai dit que l'équivalent de l'oxygène est 2, parce que, dans l'oxyde de carbone, 3 de carbone se combinent avec 4 d'oxygène, ce qui donne au plus 4 pour cet équivalent, et que dans la chaux, 5 en poids de calcium se combinent avec 2 d'oxygène, ce qui donne 5 et 2 pour les équivalents, ou, ce qui revient au même, pour les poids moléculaires de ces deux corps.

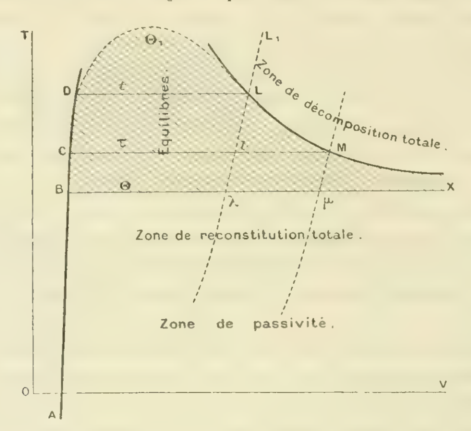
» M. D. Berthelot veut bien rappeler les termes de ma loi des équivalents. Deux ans et demi se sont écoulés depuis que l'Académie a inséré cette loi dans les *Comptes rendus*. La loi des équivalents n'a pas encore trouvé son contradicteur. Elle ne le trouvera pas, car elle est la vérité. »

CHIMIE. — *Sur les zones de réactions*. Note de M. **Albert Colson**.

« Une modification du procédé graphique employé en Physique, pour représenter les expériences d'Andrews, permet de grouper les divers cas de décomposition d'un sel par un acide ou par une base, que j'ai étudiés et classés dans ces dernières années.

» Pour fixer les idées, examinons la décomposition du carbonate de chaux, en laissant de côté les particularités signalées par M. Raoult. Si nous chauffons progressivement dans le vide une molécule de carbonate, et si nous portons les volumes en abscisses et les températures en ordonnées, la ligne AB représentera les états successifs du corps solide jusqu'à la température θ. Admettons qu'à ce point la dissociation commence, nous comprimerons alors la masse à une pression légèrement supérieure à la tension maxima, afin que le corps reste solide : la ligne BCD figurera la suite des états obtenus dans ces conditions quand la température augmente de θ à t.

» Si, à la température Θ, nous avions laissé le gaz carbonique se dégager librement sous sa tension maxima, alors presque nulle, nous aurions obtenu une série d'états successifs figurés par la droite indéfinie BX, ou par les



droites CM, DL, si nous eussions opéré aux températures τ et t, relatives aux points C et D.

» On sait que le volume occupé par une masse de gaz à une température donnée, sous une pression égale à la tension de dissociation correspondante, est d'autant plus petit que la température est plus élevée; par suite, les volumes figurés par les longueurs CM, DL, ... diminuent quand la température augmente; il est donc possible que les deux portions de courbe ABCD et LMX, asymptote à BX, se raccordent en un point correspondant à une température Θ_1. Celle-ci serait la température maxima résultant de la combinaison directe des composants; mieux encore, elle serait assimilable à la température critique des gaz en liquéfaction : et le volume critique du corps dissocié serait la somme des volumes des composants à la *température chimico-critique*, et à la pression respectivement supportée par chaque composant à cette température.

» *Remarque*. — En dehors des dissociations hétérogènes, il serait aisé de trouver des exemples de températures chimico-critiques : les chlorhydrates d'AzH^3, ou mieux de PH^3, seraient d'une observation facile pour un expérimentateur outillé et secondé. Dans ces cas, la pression respective des composants au point de vue critique serait la moitié de la pression

chimico-critique, puisque ces composants sont gazeux et que

$$\text{vol. PH}^3 = \text{vol. HCl}.$$

» Revenons aux dissociations hétérogènes. La droite BX, les lignes BCD et LMX partagent le plan en trois régions essentielles. Tout point compris entre ces trois lignes représente un état chimique réversible. Tout point situé dans la région L_1M_1, à droite de LMX, figure un état de décomposition totale provoqué par une action prolongée de la température. Enfin, pour tout point situé au-dessous de BX, c'est-à-dire pour toute température inférieure à θ, le corps ne pourra pas subir de décomposition; de sorte que, dans la région formée par l'angle ABX, les éléments constituants du corps (CO^2 et CaO) seront dans un état d'équilibre instable qu'il s'agit de définir.

» A cet effet, considérons le point L qui représente le carbonate complètement dissocié à la température t. Si nous élevons la température du mélange sous une pression constamment égale à la tension maximum p, le système se dilatera conformément aux lois de la Physique, et les états successifs seront représentés par la ligne LL_1. Si l'on avait refroidi brusquement le mélange, il se serait contracté suivant la ligne $L\lambda$, prolongement de LL_1. En Physique, $L\lambda$ représenterait les divers états d'une vapeur sursaturée, états très instables, mis en évidence par J. Thomson. En Chimie, la *surdissociation* correspondant à la sursaturation est d'autant plus facile à observer que la réaction est plus lente, et, comme une élévation de température facilite les réactions, on pourra toujours abaisser suffisamment la température du système dissocié pour empêcher la reconstitution du corps composé. Ainsi, à froid, le charbon est sans action sur l'oxygène, la chaux sur le gaz carbonique, l'acide sulfurique très refroidi sur le tournesol.

» Cette observation implique l'existence d'une zone où les composants sont dans un état passif dont ils ne peuvent sortir que par une élévation de température, quelle qu'en soit la cause. Si la température à laquelle la passivité commence est indépendante des trajets $L\lambda$, $M\mu$, c'est-à-dire de la pression, la zone passive sera limitée par une droite parallèle à OV et qui correspondra à une température que M. Duhem et moi avons appelée *point de réaction* et dont M. Duhem a montré l'importance dans ses interprétations mathématiques des phénomènes chimiques ([1]).

» Que cette limite soit une droite ou une courbe, il existera entre elle et la droite BX une zone dans laquelle la reconstitution isotherme du com-

---

([1]) DUHEM, *Traité élém. de Mécan. chimique*, t. I, p. 219; 1897.

posé se fera d'une façon totale et irréversible, puisque, dans cette zone, la tension de décomposition est nulle. Les expériences récentes de M. Arm. Gautier et celles de M. Hélier paraissent reculer les limites de cette zone de reconstitution totale.

» A un autre point de vue, l'action du gaz H^2S sur les sels métalliques est très lente au point de réaction, ainsi que sur la courbe de dissociation totale LMX; donc *la vitesse de réaction passe par un maximum entre ces deux régions*.

» Tous les corps, ou toutes les réactions ne possèdent pas cette gamme de zones dont je viens de parler. Ainsi, dans l'action du gaz H^2S sur les phosphates d'argent, on constate l'existence de la zone passive et celle des reconstitutions totales. Quand on élève la température pour atteindre la zone des dissociations, les acides phosphoriques sont décomposés, et l'équilibre fait défaut par suite de la destruction de l'un de ses facteurs. Dans l'action de l'acide sulfurique sur le chlorure de plomb, on constate l'existence de la zone de dissociation et de celle des décompositions totales. Cette réaction fait, en quelque sorte, suite à la précédente, si bien qu'il semble que l'on atteindrait vraisemblablement, dans tous les cas, la zone de dissociation, si l'on pouvait élever suffisamment la température sans détruire les facteurs de la réaction.

» Cette conception permet alors d'expliquer logiquement, par la simple considération de l'équation de Clapeyron et Clausius, pourquoi un acide faible, tel que l'acide acétique, voire l'acide carbonique, est sans action sur les sulfates ou les chlorures. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les mélanges phosphorescents formés par le sulfure de strontium* (1). Note de M. **José Rodriguez Mourelo**.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 204), j'ai rapporté des expériences relatives à la propriété que possède une petite quantité de sulfure de strontium phosphorescent de rendre lumineuse, dans l'obscurité, une masse d'un corps inerte avec laquelle il est intimement mélangé ou dans laquelle le sulfure se produit, à une haute température. Il s'agit donc des actions d'un corps actif sur un autre corps qui ne l'est pas au point de vue de la phosphorescence.

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

» *Deux substances actives.* — J'ai cherché à obtenir des mélanges très homogènes des sulfures phosphorescents, en partant des carbonates, à la température du rouge cerise, maintenue pendant deux heures.

» 50^{gr} de carbonate de baryum, 50^{gr} de carbonate de strontium et 30^{gr} de soufre furent chauffés, comme il a été dit ; il en est résulté une masse blanche verdâtre, laquelle, après une exposition de cinq minutes à la lumière diffuse, produisit une phosphorescence de couleur vert jaune clair et de faible intensité. Si l'on ajoute au mélange, avant de chauffer, 2^{gr} de carbonate de sodium, 0^{gr},03 de chlorure de sodium et une trace de sous-nitrate de bismuth, le pouvoir phosphorescent augmente beaucoup, tout en gardant la première couleur. La masse primitive contenait :

Sulfure de baryum....................	42^{gr},89
Sulfure de strontium..................	40^{gr},50

plus quelques impuretés et une petite quantité des sulfates des deux métaux dont la présence favorisait plutôt la phosphorescence.

» 50^{gr} de carbonate de strontium précipité furent mélangés à 50^{gr} de carbonate de calcium et 30^{gr} de soufre : le mélange ayant été chauffé pendant deux heures au rouge cerise, on obtint une masse d'un blanc sale; exposée trois minutes à la lumière directe, sans insolation, elle donna une phosphorescence peu intense et de couleur vert violacé. De même que dans le cas précédent, l'intensité lumineuse augmentait considérablement quand on y ajoutait, en faisant le mélange, 2^{gr} de carbonate de sodium, 0^{gr},03 de chlorure de sodium et une trace de sous-nitrate de bismuth. Le produit phosphorescent contenait, outre les impuretés :

Sulfure de strontium.............	40^{gr},50
Sulfure de calcium...............	35^{gr},85

» 50^{gr} de carbonate de calcium furent mélangés avec 50^{gr} de carbonate de baryum et 30^{gr} de soufre. Traités comme dans les cas précédents, on obtint une masse phosphorescente, de lumière verdâtre et contenant :

Sulfure de calcium................	36^{gr},10
Sulfure de baryum................	41^{gr},98

» L'intensité de la phosphorescence peut être augmentée par l'addition de carbonate de sodium, de chlorure de sodium et de sous-nitrate de bismuth, dans les proportions des expériences déjà décrites.

» *Une substance inerte et deux substances actives.* — On a mélangé une quantité déterminée de sulfate de baryum (100^{gr}) et de petites proportions de carbonate de baryum et de carbonate de strontium; de carbonate de strontium et de carbonate de calcium; de carbonate de calcium et de carbonate de baryum, plus du soufre; en maintenant le produit au rouge cerise, pendant deux heures, on obtint des mélanges contenant deux sulfures phosphorescents répandus dans la masse.

» Les résultats obtenus dans plusieurs expériences permettent d'établir certaines règles pratiques, qui ne sont pas sans intérêt.

» Pour que la phosphorescence soit produite il ne faut pas moins de deux et demi pour 100 de chacune des substances actives : à partir de ces limites, la phosphorescence augmente avec la proportion de la matière active.

» Dans tous les cas, l'exposition à la lumière directe, sans insolation, doit être plus prolongée que s'il s'agissait de substances actives seules ou mélangées.

» Il est toujours possible d'augmenter, d'une manière remarquable, l'intensité de la luminescence, en ajoutant au mélange du sulfate de baryum, du soufre et des carbonates, avant de chauffer, de simples traces de carbonate de sodium, de chlorure de sodium et de sous-nitrate de bismuth.

» Quant à la couleur de la phosphorescence, elle est toujours intermédiaire entre la couleur propre des substances actives employées, de sorte qu'en variant les proportions des substances qui doivent se trouver dans le sein de la masse inerte il est possible d'obtenir toute une série de nuances, par le mélange du jaune, du violet et du vert; d'ordinaire c'est le dernier qui domine, peut-être parce que, dans tous les cas examinés, c'est la phosphorescence du sulfure de strontium qui est la plus vive.

» La température la plus convenable pour obtenir des mélanges phosphorescents est celle qui correspond au rouge cerise; en opérant au blanc, ou en prolongeant l'action de la chaleur longtemps, on s'expose à obtenir des produits qui ne sont pas phosphorescents, sans que l'on puisse leur faire acquérir cette propriété ni par de nouvelles calcinations, ni par l'étincelle électrique. »

CHIMIE. — *Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **O. Boudouard**.

« L'inflammabilité des mélanges gazeux est une propriété complexe; elle doit dépendre de diverses conditions d'ordre plus général, telles que chaleur de combustion, vitesse de combinaison, etc. Les recherches trop peu nombreuses faites sur ce sujet n'ont pas encore permis d'établir des relations entre les différents phénomènes en jeu. Si l'on veut multiplier suffisamment les expériences, il ne faut pas se limiter aux gaz combustibles, mais s'adresser aussi aux vapeurs combustibles qui embrassent un grand nombre des composés de la Chimie organique.

» Pour déterminer la limite d'inflammabilité d'une vapeur, c'est-à-dire

la plus petite quantité de ce corps dont le mélange avec une quantité donnée d'air soit inflammable, on ne peut employer les mêmes procédés que dans le cas des gaz. Nous avons, pour les liquides très volatils, comme l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, introduit successivement des poids connus de ces composés dans un flacon de 2^{lit} rempli préalablement d'air. Un agitateur intérieur servait à activer l'évaporation du liquide et à rendre le mélange homogène. L'expérience était renouvelée jusqu'à ce que l'on ait trouvé deux poids différant au plus de 10 pour 100 et tels que le plus faible donne un mélange ininflammable et le plus fort un mélange inflammable. La moyenne de ces deux nombres a été prise pour la limite d'inflammabilité qui est ainsi définie à 5 pour 100 près de sa valeur.

» Dans le cas des corps peu volatils, comme les alcools, l'essence de térébenthine, la naphtaline, nous introduisons le composé dans une fiole jaugée de 500^{cc}, maintenue à température fixe. Un thermomètre placé à l'intérieur porte un agitateur qui, par son mouvement, accélère la saturation de l'air. La température correspondant à la limite d'inflammabilité a été déterminée à 1° près. Pour savoir la quantité de vapeur existant à cette température dans le mélange, nous faisons passer un volume connu d'air, 2^{lit}, dans un petit tube à ponce imprégnée du liquide, maintenu à la même température. La perte de poids donne la quantité de liquide qui s'est vaporisée pour fournir un volume de mélange égal à 2^{lit} augmentés du volume de cette vapeur.

» Cette méthode est beaucoup moins précise que la précédente, pour deux raisons : d'une part, la variation rapide des tensions de vapeur avec la température; d'autre part, la difficulté d'amener à saturation une masse donnée d'air. Les erreurs sont par cette seconde méthode au moins deux fois plus grandes que par la première.

» Dans le Tableau qui résume les résultats de nos expériences, les lettres inscrites en tête des colonnes ont la signification suivante :

t température de saturation de l'air;
p poids de vapeur par litre de mélange mesuré à la température de 15°;
v volume de vapeur dans 100^{vol} de mélange;
o volume d'oxygène nécessaire pour la combustion complète de la vapeur;
q quantité de chaleur dégagée par la combustion de 1^{vol} moléculaire du mélange, soit $23^{lit},5$ à 15°.

» Les nombres en chiffres gras indiquent les résultats directs des mesures expérimentales; les autres sont calculés tant en partant de ces ré-

sultats que des données connues relatives aux poids moléculaires, aux chaleurs de combustion.

Corps étudiés.	*t.*	*p*	*v.*	*o.*	*q.*
	°	gr			
Hydrogène	»	»	10	5	6,9
Oxyde de carbone	»	»	16	8	11
Sulfure de carbone	»	0,063	1,94	5,9	4,9
Gaz d'éclairage	»	»	8,1	9	10
Éther de pétrole	»	0,045	»	»	13
Essence de pétrole	»	0,051	»	»	13
Huile de pétrole	46,5	0,057	»	»	14,5
Méthane	»	»	6	12	12,9
Pentane	»	0,034	1,1	9	9,5
Hexane	»	0,048	1,3	12,7	13,1
Heptane	»	0,047	1,1	12,3	12,9
Octane	»	0,049	1,0	12,6	13,1
Nonane	12	0,045	0,83	11,6	12,1
Acétylène	»	»	2,8	7	8,9
Amylène	»	0,046	1,6	11,9	12,8
Benzine	»	0,044	1,5	11	11,6
Toluène	»	0,049	1,3	11,4	11,8
Térébenthène	30,5	0,042	0,73	10,2	10,9
Naphtaline	69	»	»	»	»
Acétone	»	0,073	2,9	11,6	12,7
Alcool méthylique	8	0,081	6	9	10,8
» éthylique	13,5	0,060	3,07	9,2	10,3
» propylique	25	0,065	2,55	11,5	12,5
» isopropylique	17	0,068	2,65	12	12,7
» isobutylique	27,5	0,053	1,68	10,1	10,8
» allylique	25	0,074	3,04	12,5	13,4
» amylique	38	0,045	1,19	9,0	9,5
Acide acétique	36	0,103	4,05	8,1	8,9
Éther ordinaire (ox. d'éthyle)	»	0,060	1,9	11,7	12,5
Acétate d'éthyle	»	0,087	2,3	11,7	12,3
Azotate d'éthyle	»	0,145	3,8	»	12,2

» En laissant à part l'hydrogène et le sulfure de carbone, dont l'inflammabilité est très grande, on remarquera que pour tous les autres corps étudiés la chaleur de combustion du mélange limite, pris sous un volume moléculaire, est comprise entre 9^{Cal} et 13^{Cal}, et que pour le plus grand nombre elle est comprise entre 12^{Cal} et 13^{Cal}, nombres dont l'écart est inférieur aux erreurs possibles d'expérience. On peut donc dire que, d'une façon générale, la limite d'inflammabilité du plus grand nombre des composés du

carbone correspond à une chaleur de combustion voisine de $12^{Cal},5$. Le même Tableau montre que la quantité d'oxygène consommée dans la combustion de ces mélanges est également peu variable et voisine de 11,5 pour 100 du volume total. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des éléments.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Voici quelques applications de la méthode que j'ai eu l'honneur d'exposer ici dans une Communication antérieure [1] et qui permet d'obtenir les spectres de lignes des éléments contenus dans les minéraux ou les précipités non conducteurs en exposant ceux-ci, pulvérisés et fondus avec un carbonate alcalin, à l'action de l'étincelle condensée.

» Le *lithium* recherché par l'emploi du carbonate de sodium est excessivement sensible : pour de très faibles traces il est décelé par ses raies rouge (670,8) et orangée (610,4) que l'on obtient même directement à froid en faisant rejaillir l'étincelle condensée à la surface d'un morceau de triphane ou de lépidolite.

» Le *sodium* se manifeste par le doublet rouge et le doublet vert le moins réfrangible, qui en indiquent des quantités variables entre 0,01 et 0,001, la double raie jaune D étant d'ailleurs toujours amenée, soit par le sel fondu, soit par la substance étudiée.

» Le *potassium* est très peu sensible par ce procédé. On le reconnaît surtout à son groupe vert $K\alpha$(583-578), et à sa raie violette 404,6, moins caractéristique mais donnant une meilleure réaction.

» Le *rubidium* à l'état de traces non dosables est facilement reconnaissable par ses deux lignes violettes (421,6) et (420,2).

» Le *cæsium* paraît aussi sensible par ses lignes bleues (459,3) et (455,6).

» Les métaux alcalino-terreux sont tout particulièrement aisés à déceler en très faibles quantités par les lignes capitales, les dernières à disparaître de leurs spectres de lignes et qui sont : pour le *calcium*, dans le bleu (445,5)(443,5)(442,6), et surtout dans le violet (422,7), ainsi que (396,9) et (393,4) dans l'ultra-violet; ces trois dernières lignes coïncident, on le sait, avec G, H et K du spectre solaire; pour le *strontium*, dans le bleu (460,8), dans l'indigo (430,6) et dans le violet (421,6); pour le *baryum*, dans le rouge et l'orangé (649,7) et (614,2), dans le vert (577,8) (553,6)(493,4) et dans le bleu (455,4).

» Le *magnésium* est caractérisé avec sensibilité par le triplet vert $Mg\alpha$, bien connu, et le *glucinium* par la raie bleue (457,3), facile à voir mais notablement moins délicate.

» Le *manganèse* qui, par la méthode d'analyse directe, ne se manifestait pas, même dans les minéraux à éclat métallique comme la haussmannite, est facilement décelé avec

---

(1) *Comptes rendus*, 18 avril 1898.

les sels fondus par son groupe de cinq raies bleues Mnα(482-475). Il en est de même pour le *chrome* très bien caractérisé par sa triple raie verte (520,9)(520,6)(520,5), les deux dernières paraissant confondues avec une dispersion moyenne.

» Le *fer* et le *nickel* au contraire ne devront pas être recherchés par cette méthode, et si leurs raies ne sont pas observées il n'en faudra pas conclure à leur absence dans le corps étudié.

» L'*aluminium* dont la recherche au moyen de l'analyse spectrale est en général déconseillée dans les traités spéciaux, m'a donné au contraire une bonne réaction par son doublet rouge (624,5)(623,5) amené avec une grande sensibilité par une faible quantité d'alumine en présence du carbonate de lithium, de beaucoup préférable dans ce cas au sel de sodium.

» Le *vanadium*, qui donne aussi facilement son spectre dans les sels fondus que dans les minéraux dissous par ceux-ci, se manifeste surtout par un groupe de fortes raies dans l'indigo dont la moins réfrangible (440,8) est la plus persistante et la plus sensible, et qui s'étend jusqu'à (438,0).

» Le *zirconium* est aisément reconnaissable à son groupe de cinq lignes entre (481,6) et (469) dans le bleu, parmi lesquelles (474,0) est la plus forte et la dernière à disparaître.

» Je ne parlerai pas des spectres de lignes des métalloïdes déjà décrits dans de précédents travaux, où j'en avais fait l'étude dans les minéraux ou dans les sels fondus. Je ferai observer seulement que leur sensibilité, très grande dans les composés où ils ne sont pas combinés à l'oxygène, tels que les sulfures, séléniures, tellurures, chlorures, bromures, iodures, devient au contraire assez faible dans les oxysels correspondants, dont la dissociation exige une forte condensation (4 à 6 jarres) pour faire apparaître les lignes des métalloïdes. Dans ce cas l'emploi du carbonate de sodium m'a paru donner de bien meilleurs résultats que celui de lithium.

» Un certain nombre de minéraux étudiés par cette méthode ont donné, au moyen des réactions spectrales que je viens d'exposer, le diagnostic des éléments suivants :

» *Orthose adulaire*, du Saint-Gothard et des Grisons : silicium, aluminium, potassium, sodium, baryum, calcium et parfois magnésium.

» *Orthose cassinite*, Blue-Hill (États-Unis) : mêmes spectres, mais baryum beaucoup plus développé, et sans magnésium.

» *Albite*, de Modane : silicium, aluminium, sodium, calcium, magnésium.

» *Albite péristérite*, Villeneuve-Canada : même spectre, calcium plus développé.

» *Oligoclase*, de Bakersville (États-Unis) : silicium, aluminium, sodium, calcium, baryum ; d'Ytterby (Suède) : même spectre, moins le baryum, et plus la raie capitale (421,6) du strontium.

» *Labrador*, côte du Labrador : silicium, aluminium, sodium, calcium.

» *Anorthite*, de la Somma et de la Nouvelle-Calédonie : silicium, aluminium, sodium, calcium, magnésium. Le spectre du calcium est beaucoup plus développé et plus brillant que dans les autres plagioclases dont il permet de distinguer l'anorthite au premier aspect du spectre total.

» *Pétalite*, d'Utö (Suède) : par Na^2CO^3, silicium, lithium, calcium, rubidium, aluminium (mieux visible avec Li^2CO^3).

» *Pollux*, Hébron (États-Unis) : par Na^2CO^3, silicium, cœsium, lithium, calcium et par Li^2CO^3, aluminium, sodium.

» *Rhodonite,* vallée de Louron (Hautes-Pyrénées) : silicium, manganèse, calcium, aluminium.

» *Émeraude béryl,* Limoges : silicium, aluminium, sodium, glucinium, calcium.

» *Grenat spessartine,* Saint-Marcel (Piémont) : silicium, aluminium, manganèse, calcium.

» *Zircon,* Miask (Oural) : silicium, zirconium, aluminium, calcium.

» *Axinite,* Oisans : silicium, aluminium, calcium, manganèse, magnésium.

» *Garniérite* vert pâle, de Kanala (Nouvelle-Calédonie) : silicium, magnésium, aluminium, mais pas de raies du nickel, présent cependant à 3 ou 4 pour 100.

» *Sphène,* de Zermatt : silicium, calcium, titane, aluminium.

» *Aerinite,* de Caserras (Aragon) : silicium, calcium, aluminium, magnésium, baryum, vanadium.

Calcaires : plusieurs d'entre eux ont donné, au milieu du spectre de lignes de calcium, le triplet vert du magnésium et quelques raies du strontium.

» *Célestine,* Sicile : strontium, baryum, soufre difficile à faire apparaître.

» *Sidérochrome,* Silésie : chrome, magnésium, calcium ; de Brousse (Asie Mineure) : même spectre et, de plus, silicium, aluminium, sodium.

» *Blende,* Santander et Pierrefitte : zinc, soufre et parfois argent, cadmium, calcium, aluminium.

» *Cryolite,* Grœnland : fondue directement sans aucun sel interposé, aluminium, sodium, lithium, silicium, magnésium, calcium.

» Ce procédé, on le voit, donne des résultats satisfaisants pour la plupart des corps simples, mais avec une sensibilité inégale. A l'occasion on pourra simplifier le spectre étudié par la réduction du condensateur à une seule jarre qui ne laisserait plus apparaître seulement que les raies capitales des métaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la safranine.* Note de M. Georges-F. Jaubert, présentée par M. Friedel.

« A la suite de la Note que j'ai publiée ici même ([1]) relative à la synthèse de la safranine par condensation d'une amine aromatique paranitrosée avec un dérivé monoalcoylé de la métaphénylènediamine, synthèse exprimée par le schéma suivant et démontrant, selon moi, la structure *symétrique* de la safranine :

$$H^2Az - C_6H_3(-AzH-R) + OAz-C_6H_4-AzH^2 = H^2Az - C_6H_3 \langle {}^{Az}_{Az(R)} \rangle C_6H_3 = AzH$$

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 947 ; 1895.

M. Nietzki, le promoteur de la formule *asymétrique* de la safranine, m'a fait remarquer [1] que cette condensation pouvait tout aussi bien être interprétée de la façon suivante :

H^2Az — C_6H_3 — AzH — R + AzO — C_6H_4 — AzH^2 = H^2Az — C_6H_3 (— Az —, — Az —) > R, Az — C_6H_4 — AzH^2

» Cette interprétation infirmant la justesse de la formule symétrique, j'ai étudié un cas particulier du procédé général de synthèse que j'ai trouvé, cas exclu par le schéma *asymétrique*. En effet, l'interprétation de M. Nietzki montre que la synthèse de la safranine serait impossible par le procédé que j'ai proposé, chaque fois que le radical phénylique R est doublement substitué en ortho par rapport à l'azote. Il en est ainsi pour la trinitrophényl-méta-phénylènediamine, dont la condensation avec la nitrosoaniline est incompatible avec la formule asymétrique :

H^2Az — C_6H_3 — AzH — $C_6H_2(AzO^2)^3$; AzH — C_6H_4 — AzH^2

Formule asymétrique.

H^2Az — (Az, Az) = AzH ; Az — $C_6H_2(AzO^2)^3$

Formule symétrique.

tandis qu'avec le schéma symétrique que j'ai proposé cette condensation doit avoir lieu avec la plus grande facilité.

» L'expérience étant venue vérifier cette manière de voir, cette nouvelle synthèse démontre, cette fois d'une manière définitive, que la structure des safranines est symétrique et peut être représentée par le schéma

(1) *D. chem. Gesellschaft*, t. XXVIII, p. 1354.

suivant :

Az

H^2Az — — AzH

Az

R

» *Synthèse de la trinitrophénosafranine.* — On chauffe au réfrigérant ascendant un mélange de 5^{gr} de chlorure de picryle, 5^{gr} de chlorhydrate de m.-phénylènediamine, 5^{gr} d'acétate de soude anhydre et 50^{cc} d'alcool. Au bout de deux heures la réaction est terminée ; on laisse refroidir et l'on filtre les cristaux rouges qui se sont séparés, on les lave à l'eau et on les sèche au bain-marie.

» La trinitro-m.-aminodiphénylamine, qui répond à la formule suivante :

AzH^2

AzH

AzO^2 AzO^2

AzO^2

cristallise dans l'acétone en prismes orangés fusibles à 207°, peu solubles dans l'alcool et dans l'acide acétique, facilement solubles dans les alcalis caustiques.

» Un dosage d'azote a donné les résultats suivants :

Calculé pour $C^{12}H^9O^6Az^5$	pour 100................	Az = 21,94
Trouvé » »	pour 100................	Az = 21,13

» En oxydant en solution acétique des quantités équimoléculaires de trinitro-m.-aminodiphénylamine et de p.-phénylènediamine, on obtient une indamine verdâtre qui se transforme intégralement en trinitrophénosafranine par simple ébullition de sa solution alcoolique.

» La trinitrophénosafranine possède un pouvoir colorant considérable et teint le coton mordancé au tanin et à l'émétique en rouge rubis.

» *Synthèse de la trinitrodiméthylphénosafranine.* — Cette matière colorante prend naissance soit dans l'action du chlorhydrate de nitrosodimé-

thylaniline sur la trinitro-m.-aminodiphénylamine, soit dans l'oxydation de quantités équimoléculaires de p.-phénylènediamine et de trinitro-m.-diméthylaminodiphénylamine.

» Le dérivé diméthylé de la m.-phénylènediamine, qui est le point de départ de cette synthèse, s'obtient facilement par condensation du chlorure de picryle avec la m.-aminodiméthylaniline :

» On chauffe au réfrigérant ascendant, pendant cinq ou six heures, un mélange de 11gr de chlorhydrate de m.-aminodiméthylaniline, 5gr d'acétate de sodium anhydre, 12gr de chlorure de picryle et 250cc d'alcool. Par refroidissement il se sépare des cristaux rouges que l'on filtre et lave à l'eau froide ; ils répondent à la formule suivante :

$$\underset{(2.4.6)}{(AzO^2)^3} - C^6H^2 - \underset{(1)}{AzH} - C^6H^4 - \underset{(3)}{Az(CH^3)^2}.$$

» Pour la synthèse de la safranine diméthylée, on dissout à l'ébullition 5gr du dérivé ci-dessus dans 120gr d'acide acétique glacial auquel on ajoute une solution bouillante de 5gr de chlorhydrate de p.-phénylènediamine et 3gr d'acétate de sodium anhydre dans 100gr d'acide acétique glacial. On refroidit le tout avec de la glace et l'on oxyde le mélange en ajoutant 1gr,2 de bichromate de potassium en solution dans 30cc d'eau froide ; l'indamine se sépare aussitôt ; on la filtre, lave à l'eau froide et met à bouillir avec de l'alcool. L'indamine intermédiaire se transforme bientôt en safranine que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool. On obtient ainsi des aiguilles vertes se dissolvant facilement dans l'eau avec une couleur cramoisie et répondant à la constitution suivante :

```
                 Az
             /\/  \/\
            |  |  |  |
   H²Az —   |  |  |  |  = Az(CH³)²Cl
             \/\  /\/
                 Az
                 |
         AzO² /\   AzO²
             |  |
             |  |
              \/
             AzO²
```

» Un dosage d'azote et de chlore a donné les résultats suivants :

Calculé pour $C^{20}H^{16}Az^7O^6Cl$...	Az pour 100 =	20,18	Cl pour 100 = 7,31
Trouvé » » ...	»	19,84	» = 8,02

» La trinitrodiméthylphénosafranine teint le coton mordancé au tanin et à l'émétique en un violet rouge très résistant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium et du chlore en présence du chlorure d'aluminium sur le chloral anhydre* [1]. Note de M. A. **Mouneyrat**, présentée par M. Friedel.

« Alphonse Combes (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t, XII, p. 269), en chauffant à 70° un mélange de chlorure d'aluminium et de chloral anhydres, dans les proportions correspondant à l'équation

$$(\alpha)\qquad (CCl^3 - COH)^3 + AlCl^3 = (CCl^2 = CCl^2)^3 + Al(OH)^3$$

a obtenu du perchloréthène ($CCl^2 = CCl^2$) et une huile que ce savant a démontré être un polymère du chloral. D'après cet habile chimiste, ainsi que l'indique l'équation (α), le corps ($CCl^2 = CCl^2$) résulte de l'action directe du chlorure d'aluminium sur le chloral. En employant les mêmes proportions de réactifs et en chauffant à la température du bain-marie le mélange ($CCl^3 - COH + AlCl^3$), jusqu'à ce qu'il ne dégage plus d'acide chlorhydrique, j'ai trouvé des résultats différant sur certains points de ceux d'Alphonse Combes.

» J'ai, dans ce traitement, obtenu une huile rougeâtre, laquelle, après plusieurs lavages à l'eau chlorhydrique et dessiccation, soumise à la distillation fractionnée, m'a donné : au-dessous de 100° du chloral inaltéré, à 120°-121° du ($CCl^2 = CCl^2$), à 159°-160° une quantité notable de pentachloréthane ($CCl^3 - CCl^2H$); au-dessus de 160° une huile épaisse, lourde, identique à celle d'Alphonse Combes. Cette expérience nous montre ce fait intéressant qu'une partie du chlorure d'aluminium s'est comportée, pour donner ($CCl^3 - CCl^2H$), vis-à-vis du chloral, exactement comme aurait pu faire le pentachlorure de phosphore, c'est-à-dire qu'on a

$$3(CCl^3 - COH) + (AlCl^3)^2 = (CCl^3 - CCl^2H)^3 + Al^2O^3.$$

» Le pentachloréthane ainsi formé se transforme ensuite (je le démontrerai dans la suite) en perchloréthène ($CCl^2 = CCl^2$) sous l'influence du chlorure d'aluminium, conformément aux équations

$$(1)\qquad CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3 = CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl$$

$$(2)\qquad CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 = CCl^2 = CCl^2 + AlCl^3.$$

» Il semble donc que la formation de ($CCl^2 = CCl^2$) n'est pas directe :

[1] Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

elle est le résultat de la décomposition de $CCl^3 - CCl^2H$ sous l'influence de $(AlCl^3)$.

» M. H. Gautier a montré (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1161) que le chlore, agissant sur le chloral à la lumière diffuse, donne du tétrachlorure de carbone (CCl^4), de l'acide chlorhydrique et du chlorure de carbonyle ($COCl^2$). J'ai pensé que, grâce à la propriété que possède le chlorure d'aluminium de donner du ($CCl^2 = CCl^2$), du ($CCl^3 - CCl^2H$) en agissant sur le chloral, en chlorant ce dernier corps en présence du chlorure d'aluminium on aurait des résultats différant de ceux obtenus par M. H. Gautier.

» Dans un ballon de 1000^{cc} de capacité, surmonté d'un réfrigérant ascendant vertical, j'ai versé 500^{gr} de chloral anhydre, puis, par petites portions, 250^{gr} de chlorure d'aluminium parfaitement anhydre et bien pulvérisé. La masse alors complètement solide est portée, à l'aide d'un bain de paraffine, à 75°-80°; après fluidification complète de la masse, j'y ai lancé un courant régulier de chlore bien sec. Ce gaz est entièrement absorbé et il se produit un abondant dégagement d'acide chlorhydrique; au bout de quelque temps, les parois du ballon, ainsi que le tube amenant le chlore dans la masse, se recouvrent de magnifiques cristaux blancs à odeur très prononcée de camphre. Lorsque le chlore cesse d'être absorbé, la masse alors complètement solide est projetée par petites portions dans l'eau chlorhydrique. Il se dégage des torrents d'acide chlorhydrique et une petite quantité de $COCl^2$, tandis qu'à la surface de l'eau vient surnager une poudre blanche à odeur de camphre; cette poudre séchée est purifiée par sublimation.

» Ce corps fond à 187°-188° en tube capillaire et bout à 185°; l'analyse lui assigne la formule C^2Cl^6, c'est de l'hexachloréthane $CCl^3 - CCl^3$. C'est là un bon moyen de préparer ce corps, car les rendements varient entre 75 et 80 pour 100 du poids du chloral employé.

» La formation de ($CCl^3 - CCl^3$) dans cette réaction s'explique facilement d'après l'expérience précédente; elle résulte, en effet, de la fixation du chlore sur $CCl^2 = CCl^2$ au fur et à mesure de sa formation, ainsi que l'indiquent les équations

(1) $$(CCl^3 - COH)^3 + (AlCl^3)^2 = (CCl^3 - CCl^2H)^3 + Al^2O^3,$$

(2) $$CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3 = CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl,$$

(3) $$CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 = CCl^2 = CCl^2 + AlCl^3,$$

(4) $$CCl^2 = CCl^2 + Cl^2 = CCl^3 - CCl^3.$$

» Pour interpréter les expériences précédentes, j'ai avancé que le chlorure d'aluminium, agissant sur le pentachloréthane, provoquait le départ d'une molécule d'acide chlorhydrique pour donner du perchloréthène ($CCl^2 = CCl^2$). Pour vérifier cette hypothèse, j'ai placé dans un ballon bien sec, plongeant dans un bain-marie et surmonté d'un réfrigérant ascen-

dant, 200^{gr} de $CCl^3 - CCl^2H$ dépourvu de toute trace d'eau avec 10^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre et bien pulvérisé. J'ai chauffé à 100°, en ayant soin d'agiter de temps à autre le ballon; déjà à 70°, de l'acide chlorhydrique se dégage; à la température de l'eau bouillante, ce dégagement est rapide et parfaitement régulier. Lorsqu'il cesse, l'opération est terminée. Le liquide obtenu est jeté dans l'eau chlorhydrique, entraîné à la vapeur, séché et distillé. Il passe tout entier entre 120°-121°; l'analyse lui assigne la formule C^2Cl^4; à la lumière du jour, il fixe 2 atomes de brome, pour donner $CCl^2Br - CCl^2Br$. Ce corps est donc du bichlorure de carbone ($CCl^2 = CCl^2$). C'est là le meilleur procédé de préparation de ce produit; les rendements sont théoriques.

» Je crois que le chlorure d'aluminium, pour donner $CCl^2 = CCl^2$, doit au préalable former avec $CCl^3 - CCl^2H$ un composé organométallique, avec élimination d'une molécule d'acide chlorhydrique; puis ce composé doit se détruire pour régénérer le chlorure d'aluminium et donner ($CCl^2 = CCl^2$).

» Les équations suivantes expriment cette hypothèse :

$$(1) \qquad CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3 = CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl,$$

$$(2) \qquad CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 = CCl^2 = CCl^2 + AlCl^3.$$

On conçoit ainsi qu'une quantité relativement très faible de chlorure d'aluminium suffise pour transformer de grandes quantités de pentachloréthane.

» Cette réaction (et bien d'autres que je donnerai dans la suite) nous montre nettement que le chlorure d'aluminium jouit de la propriété de créer, sur les carbures d'hydrogène chlorés de la série grasse, des doubles liaisons éthyléniques. Me basant sur cette dernière propriété, j'ai réalisé, à l'aide de ce puissant agent de synthèse, une méthode de chloruration dans la série acyclique.

» Si, dans le mélange précédent ($CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3$), chauffé à 100° à l'aide d'un bain-marie, on lance un courant de chlore sec, le bichlorure de carbone, au fur et à mesure de sa formation, va perdre sa double liaison pour fixer deux atomes de chlore et fournir ainsi de l'hexachloréthane $CCl^3 - CCl^3$:

$$(1) \qquad CCl^2 = CCl^2 + Cl^2 = CCl^3 - CCl^3.$$

C'est, en effet, ce qui a lieu; les rendements en hexachloréthane sont théoriques; c'est le meilleur procédé de préparation de ce dernier corps.

» Le brome sec, ajouté goutte à goutte au mélange de pentachloréthane et

de chlorure d'aluminium, porté à 100°, se fixe également sur $CCl^2 = CCl^2$ formé, pour donner, avec de bons rendements, le dibromotétrachloréthane symétrique $CCl^2Br - CCl^2Br$:

$$CCl^2 = CCl^2 + Br^2 = CCl^2Br - CCl^2Br. \text{ »}$$

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage de l'acide phosphorique dans les superphosphates.* Note de M. **Léo Vignon**.

« On sait que le dosage de l'acide phosphorique solubilisé, dans les superphosphates et dans les engrais chimiques, comprend, pratiquement, trois cas :

» 1° Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau ;

» 2° Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque, *réunis;*

» 3° Dosage *séparé* de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

» Les expériences que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie visent ce troisième cas.

» Pour doser séparément l'acide phosphorique soluble dans l'eau et l'acide phosphorique soluble dans le citrate, on procède ordinairement de la façon suivante :

» Le phosphate est d'abord épuisé par l'eau, puis le résidu est repris et traité par la solution de citrate d'ammoniaque. On précipite ensuite *séparément* l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien dans le liquide provenant du traitement à l'eau, et dans le liquide obtenu par le traitement au citrate. Toutes ces opérations doivent être effectuées en observant rigoureusement les prescriptions du Comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles.

» J'ai observé que si l'échantillon analysé renferme *beaucoup* d'acide phosphorique soluble dans l'eau et une *petite quantité* d'acide phosphorique soluble dans le citrate, la précipitation de cette forme de l'acide phosphorique ne s'effectue pas toujours complètement en un délai de quelques heures.

» Des échantillons de superphosphate, traités par la méthode que je viens d'indiquer, ont donné :

» 1° Après huit heures de précipitation :

	Superphosphate d'os. I.	Superphosphates minéraux. II.	III.
Acide phosphorique soluble à l'eau.....	14,32	14,13	10,20
» au citrate..	0,77	0,27	3,10
Somme..................... ..	15,09	14,40	13,30

» 2° Après quinze heures de précipitation :

	Superphosphate d'os.	Superphosphates minéraux.	
	I.	II.	III.
Acide phosphorique soluble à l'eau...	14,32	14,13	10,20
» au citrate..	1,08	0,45	3,18
Somme	15,40	14,58	13,38

» Les résultats sont autres si l'on mélange préalablement la solution aqueuse et la solution de citrate ayant servi à épuiser l'échantillon.

» J'ai obtenu, en effet, pour les superphosphates examinés (après douze heures de précipitation) :

	Superphosphate d'os.	Superphosphates minéraux.	
	I.	II.	III.
Acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate (mélangés)	17,79	14,94	13,91

» On a donc :

Acide phosphorique soluble au citrate.

	I.	II.	III.
Dosage direct	1,08	0,45	3,18
Par différence (soluble eau et citrate — soluble eau)	3,47	0,81	3,71

» On est donc exposé, par le dosage direct, à trouver pour l'acide phosphorique soluble dans le citrate des nombres trop faibles, quand celui-ci est en petite quantité. Il est vrai que la formation du phosphate ammoniaco-magnésien peut être favorisée par une agitation mécanique continue, et par l'application d'une température de 25° à 30°; mais ces conditions compliquent l'analyse et ne sont pas toujours faciles à remplir.

» La méthode du dosage par différence donne plus de garanties. Il est facile de comprendre pourquoi le phosphate ammoniaco-magnésien, en raison de sa masse, a plus de tendance à se déposer intégralement dans le mélange eau et citrate que dans le citrate seul pouvant être très pauvre en acide phosphorique.

» En résumé, pour doser *séparément*, dans un superphosphate ou un engrais, l'acide phosphorique soluble à l'eau et l'acide phosphorique soluble au citrate, il est indiqué de doser directement l'acide phosphorique soluble dans l'eau, *ensemble* l'acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate, et *par différence* l'acide phosphorique soluble dans le citrate. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les* Peripatus. Note de M. E.-L. Bouvier, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La Note que j'ai publiée récemment dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences avait pour objet de montrer que les Péripates sont vraisemblablement d'origine américaine, et qu'il existe des formes de passage entre leurs espèces du nouveau monde et celles de l'ancien; aujourd'hui, j'ai pour but de faire connaître un Péripate nouveau dont l'intérêt propre est de bien mettre en évidence les caractères des représentants les plus primitifs du genre.

» Ce Péripate appartient, comme le *P. Tholloni*, à la collection du Muséum; il a été recueilli à Popayan, dans la Nouvelle-Grenade (Colombie), par un voyageur dont le nom ne nous est pas resté. Capturé dans une maison, il avait rejeté un liquide abondant par ses tentacules postérieurs et se trouvait en partie inclus dans cette sécrétion que l'alcool avait coagulée.

» Autant il est difficile de séparer les unes des autres la plupart des espèces américaines, autant celle-ci a des traits éminemment caractéristiques.

» Par la forme générale du corps, l'animal ressemble assez au *P. Moseleyi :* il se dilate régulièrement et fortement des extrémités au milieu et mesure, dans cette région, $8^{mm},8$; sa longueur totale, abstraction faite des tentacules, étant de 73^{mm}.

» Les plis transverses de ses téguments ne sont pas interrompus sur la ligne médiane dorsale, qui est déprimée, mais s'y atténuent sensiblement; sur le dos, ils sont ornés de petites papilles coniques et allongées transversalement, qui forment plusieurs rangées irrégulières dans chaque pli; çà et là, de très grosses papilles coniques ou subcylindriques interrompent ces rangées et occupent toute la largeur du pli. Ces grosses papilles sont peu nombreuses et ressemblent à des verrues éparses sur les téguments de l'animal; plus abondantes et un peu plus réduites au voisinage des pattes, elles manquent complètement sur la face ventrale et sur les appendices, et sont remplacées, dans ces régions, par des papilles semblables à celles du *P. Edwardsii*.

» Les antennes sont à peine dilatées en avant et comptent environ quarante-sept anneaux. Les mâchoires ont l'une et l'autre quatre dents, y

compris la grande dent interne; sur la mâchoire interne se trouve, en outre, une rangée de cinq ou six dents plus petites. Aucune espèce connue ne présente une armature dentaire aussi compliquée.

» Les pattes sont au nombre de trente-sept paires; on sait qu'il y en a jusqu'à trente-six dans le *P. quitensis* Schmarda, et plus de quarante dans le *P. torquatus* Kennel. Elles sont très aplaties d'avant en arrière, presque laminiformes et, bien que cette apparence puisse être due en partie à l'action de l'alcool, il est certain que l'animal vivant doit se faire remarquer par la forme aplatie et, jusqu'à un certain point, annélidienne de ses appendices. Ce n'est point là, du reste, la seule particularité intéressante que présentent ces derniers. Leurs arceaux spinuleux en fer à cheval sont au nombre de cinq, et parfois même on peut observer dans l'animal les ébauches d'un sixième; les pattes des paires pénultième et antépénultième en ont seulement quatre comme les pattes normales des autres espèces américaines, et celles de la dernière paire, comme de coutume, n'en ont plus que deux. La partie des pattes qui se termine par les griffes est non moins bien caractérisée, car elle porte à son sommet deux papilles en avant et deux papilles en arrière, tandis que les autres espèces de Péripates n'ont qu'une papille sur la partie postérieure de leurs appendices.

» La fossette à téguments minces que présentent les pattes sur leur face ventrale est au moins aussi développée que dans les autres espèces américaines, mais les pores néphridiens des pattes de la quatrième et de la cinquième paire sont un peu différemment situés : ils produisent une profonde échancrure et même une solution de continuité dans l'arceau spinuleux intermédiaire. Au fond, ils occupent la place même où on les trouve chez tous les *Peripatus*.

» L'orifice génital est compris entre les pattes de l'avant-dernière paire comme dans les autres espèces américaines.

» L'exemplaire que j'ai étudié appartient au sexe femelle, il n'avait pas d'embryons dans ses matrices.

» Par ses pattes très nombreuses et aplaties, par l'armature complexe de ses mâchoires, par les quatre papilles et par les cinq arceaux spinuleux de ses extrémités, cette espèce présente des caractères plus primitifs qu'aucun autre Péripate et se rapproche, par conséquent, davantage de la forme annélidienne dont provient le groupe. Comme elle est d'ailleurs très facilement reconnaissable aux grosses papilles tuberculiformes qu'elle présente sur la face dorsale, je propose de lui donner le nom de *Peripatus tuberculatus*. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang.* Note de M. Maurice Nicloux (¹), présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré en décembre 1897, M. Desgrez et moi (²), que l'anesthésie chloroformique fait augmenter la proportion du gaz combustible du sang. La décomposition du chloroforme en solution aqueuse avec production d'oxyde de carbone (³) nous a fait admettre que cette augmentation était due à ce composé. L'appareil employé fut alors le grisoumètre de M. Gréhant.

» Peu de temps après (⁴), M. de Saint-Martin, répétant nos expériences, signalait dans le sang la présence normale d'une petite quantité d'oxyde de carbone, mais attribuait à ce moment l'origine de l'oxyde de carbone trouvé à l'analyse à l'action des réactifs, acide acétique ou tartrique, sur le sang lui-même.

» Enfin, M. Desgrez et moi (⁵), pour répondre à quelques critiques, nous avons appliqué au contrôle de nos premières recherches une méthode absolument différente, d'une sensibilité extrême, et nous sommes arrivés à des résultats du même ordre. Ce fut l'occasion pour nous de confirmer la présence de l'oxyde de carbone trouvé dans le sang par M. de Saint-Martin; mais, pour les raisons développées dans nos publications, nous n'avons pu admettre comme lui la décomposition d'une substance hématique avec production d'oxyde de carbone.

» D'ailleurs, postérieurement (⁶), M. de Saint-Martin abandonnait de lui-même sa première hypothèse (action des réactifs sur le sang).

» Le fait de la présence normale de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux *vivant à Paris* se trouvant alors parfaitement établi, la question immédiatement se pose d'en connaître l'origine. On est ainsi amené à formuler les deux hypothèses suivantes qui peuvent, je crois, seules, expliquer la présence de ce gaz dans le sang :

» 1° Fixation de l'oxyde de carbone de l'air (si l'air des grandes villes en contient) par l'hémoglobine des animaux soumis aux expériences;

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie générale au Muséum.

(²) *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

(³) A. Desgrez, *Comptes rendus*, 15 décembre 1897.

(⁴) L. de Saint-Martin, *Ibid.*, 14 février 1898.

(⁵) *Comptes rendus*, 7 mars 1898, et *Archives de Physiologie*, n° 2, p. 377; avril 1898.

(⁶) L. de Saint-Martin, *Comptes rendus*, 4 avril 1898.

» 2° Production de ce gaz dans l'organisme lui-même.

» A première vue, une expérience simple paraît devoir résoudre la question. Il suffit de se procurer des animaux vivant à la campagne et de comparer la teneur en oxyde de carbone du sang de ces animaux au sang de ceux vivant à Paris. Si l'oxyde de carbone du sang provient de l'atmosphère, comme il est difficile d'admettre la présence de ce gaz dans l'air de la campagne, le sang des animaux qui y vivent ne devra pas en renfermer.

» J'ai fait alors l'expérience suivante :

» Le 8 avril 1898 au matin, je me procure à Ris-Orangis (Seine-et-Oise) situé à 24^{km} de Paris un chien vagabond, couchant continuellement dehors (c'est du moins ce que l'on m'a affirmé). Le chien est amené de Ris à Paris dans un compartiment dont une fenêtre est restée ouverte et en l'absence de toute fumée de tabac. Le voyage dure de $7^h 15^m$ à $8^h 10^m$. L'animal est amené aussi rapidement que possible de la gare de Lyon au laboratoire de Physiologie générale, quai Saint-Bernard.

» A $8^h 45^m$, prise de 25^{cc} de sang dans l'artère fémorale. CO pour 100^{cc} de sang : 0,16.

» A $9^h 30^m$. » » » : 0,16.

» Or, dix-sept dosages d'oxyde de carbone dans le sang d'animaux vivant à Paris m'ont donné les résultats suivants :

» Pour 100^{cc},

0,16; 0,16; 0,15; 0,18; 0,13; 0,14; 0,17; 0,14; 0,15; 0,13; 0,16; 0,18; 0,12; 0,13; 0,08; 0,12; 0,16 [1],

dont la moyenne est 0,145.

» L'identité est presque absolue.

» Cette expérience, qui paraît venir à l'appui de la seconde hypothèse, ne peut pourtant scientifiquement infirmer d'une façon absolue la première, car elle prête malheureusement à de nombreuses critiques dont les principales sont les suivantes :

» 1° Insuffisance du contrôle de la manière de vivre de l'animal;

---

(1) Tous ces dosages ont été faits en employant la méthode à l'acide iodique publiée aux *Comptes rendus* (7 mars 1898) et dans le Mémoire des *Archives de Physiologie* (avril 1898). Je rappelle que l'action de l'oxyde de carbone sur l'acide iodique anhydre avec mise en liberté d'acide carbonique et d'iode en quantités correspondantes, réaction signalée par M. Ditte, a été pour la première fois appliquée par M. Armand Gautier (voir Hélier, Thèse; 1896, et *Comptes rendus*, 14, 21 et 28 mars 1898) au dosage de l'oxyde de carbone dans l'air. La méthode que j'avais à ce moment proposée, basée sur cette même réaction, était analogue à celle de M. le professeur Gautier et n'en différait alors que par la substitution du dosage de l'iode au dosage de l'acide carbonique.

» 2° Arrivée et traversée dans Paris d'une durée relativement longue (trois quarts d'heure);

» 3° Une certaine quantité d'oxyde de carbone, aussi petite soit-elle, dans l'air de la ville ou de la campagne, $\frac{1}{10000000}$ par exemple, pourra toujours expliquer la petite quantité d'oxyde de carbone trouvée dans le sang, si l'on admet l'absorption continue progressive même pour des mélanges si rares (ce qui n'est pas prouvé).

» Or, on ne peut dans l'état actuel de la Science doser d'une façon certaine l'oxyde de carbone dans l'air lorsqu'il y est contenu dans la proportion de $\frac{1}{10000000}$ ou moins; de ce fait, la démonstration qui consisterait à faire respirer à un animal de l'air pur *absolument exempt de* CO et à voir *diminuer* l'oxyde de carbone, ce qui aurait lieu si ce gaz venait de l'atmosphère, devient impossible à réaliser expérimentalement.

» Aussi je n'ai pas continué à refaire dans cette voie des expériences qui, prêtant aux mêmes critiques, ne pouvaient faire admettre le bien fondé de l'une ou l'autre hypothèse.

» Je donnerai dans une prochaine Note le résumé d'expériences qui tendent à établir la réalité de la seconde hypothèse : *Production de l'oxyde de carbone dans l'organisme lui-même.* »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les champignons intermédiaires aux* Trichophytons *et aux* Achorions. Note de M. **E. Bodin**, présentée par M. Duclaux.

« M. Sabrazès a présenté dernièrement à l'Académie des Sciences une Note relative à un *Trichophyton* du cheval qui, inoculé à la souris, a déterminé des lésions analogues au godet favique, et de ce fait il a conclu à l'existence de champignons intermédiaires, reliant entre eux les *Trichophytons* et les *Achorions* (¹).

» Il y deux ans, en avril 1896, dans mon travail sur les Teignes tondantes du cheval et leurs inoculations humaines (²), j'ai signalé et étudié pour la première fois ces champignons qui constituent des termes de passage entre les *Achorions* et les *Trichophytons,* et, au mois de juillet de la même

(¹) Sabrazès et Brengues, *Comptes rendus,* séance du 18 avril 1898.

(²) E. Bodin, *Les Teignes tondantes du cheval et leurs inoculations humaines* (Th. de Paris, avril 1896, p. 111 et suiv.).

année, j'ai présenté à la Société de Biologie une Note spéciale sur ce sujet ([1]).

» A cette époque, en effet, j'ai trouvé chez l'homme et chez les animaux (cheval, âne, veau) des lésions dont l'aspect clinique et les particularités microscopiques sont ceux des Trichophyties d'origine animale (*Kerion Celsi*, folliculites agminées), mais dont les parasites, isolés en cultures pures, offrent les caractères morphologiques et les affinités biologiques des *Achorions*.

» Ces faits m'ont amené à conclure qu'il existe un groupe de parasites *formant des termes de passage entre les* Trichophytons *et les* Achorions.

» Ce groupe de champignons intermédiaires aux *Trichophytons* et aux *Achorions* comprend d'ailleurs : d'une part, des Mucédinées dont les caractères mycologiques sont ceux des *Achorions* et dont l'expression clinique sur l'homme ou sur l'animal revêt le type de certaines Trichophyties, et j'en citais déjà en 1896 trois exemples différents; et, d'autre part, des parasites qui sont des *Trichophytons* au double point de vue morphologique et biologique, mais qui déterminent sur le vivant des lésions faviques. A cette dernière catégorie se rattachent les faits publiés récemment par M. Sabrazès, dont les expériences viennent compléter, en les confirmant, les faits que j'ai énoncés il y a deux ans, et elles aboutissent, par une autre voie, à mes conclusions. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme)*. Note de MM. A. LACROIX et P. GAUTIER, présentée par M. Michel Lévy.

« Les travaux d'exploitation d'une carrière, ouverte à Royat dans des alternances de couches de produits de projection et de coulées minces de basalte, nous ont permis de découvrir et d'étudier le passage d'une ancienne fumerolle volcanique qui a déterminé la production de remarquables cristallisations de silicates. Aucun gisement analogue n'est connu jusqu'à présent dans les volcans du Massif central de la France.

» Les couches de produits de projection sont constituées par des cendres fines et des lapillis basaltiques poreux, renfermant en très grande

---

([1]) E. BODIN, *Sur les Favus à lésions trichophytoïdes* (*Société de Biologie*, 4 juillet 1896).

abondance de menus fragments ou des blocs de granite, d'arkose, d'orthose, de quartz. Ces *enclaves énallogènes* ont été fondues, tantôt à leur périphérie seulement, tantôt plus profondément, et alors elles sont transformées en une masse bulleuse.

» Le trajet de la fumerolle s'observe non seulement dans les couches formées d'éléments meubles, mais encore dans les fentes du basalte plus ou moins scoriacé. L'intérêt principal de ce gisement réside dans la netteté avec laquelle il est impossible de voir l'influence exercée sur la nature des minéraux néogènes par la composition originelle des roches modifiées par la fumerolle. La production de ces minéraux est toujours limitée au voisinage immédiat du passage de celle-ci dont la direction est jalonnée dans le basalte en place par de belles cristallisations d'oligiste spéculaire, parfois accompagné de petites aiguilles cristallitiques de pyroxène; il existe aussi des groupements réguliers par pénétration de magnétite et d'oligiste. Ces minéraux ne forment qu'un enduit de quelques millimètres à la surface du basalte, alors qu'en deçà les vacuoles de celui-ci sont souvent remplies par de petites lamelles de biotite, accompagnées d'une fine poussière d'oligiste.

» C'est surtout dans la traversée des couches de projection que la formation de silicates a été abondante, alors que, au contraire, l'oligiste y est peu fréquent; les fragments de cendre sont saupoudrés de paillettes de mica constituées par l'empilement de lamelles maclées d'une biotite blonde à axes optiques assez écartés, d'aiguilles d'augite et ensuite de lamelles de labrador (extinction -21° dans g^1) souvent cerclées d'andésine (extinction -5°), aplaties suivant $g^1(010)$ et limitées par les faces $p(001)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$.

» Les cristallisations sont beaucoup plus abondantes encore à la surface des enclaves énallogènes; les fragments de feldspath et de quartz, les blocs de granite et d'arkose, sont recouverts de cristaux de pyroxène, très allongés suivant l'axe vertical et pouvant atteindre $0^{m},01$ de longueur. Ils sont appliqués sur les fragments fondus, les entourant parfois comme les mailles d'un filet, ou sont implantés dans leurs cavités bulleuses; ce pyroxène est sodique, jaune d'or (plus rarement vert), fréquemment maclé suivant $h^1(100)$ et d'une biréfringence qui se rapproche de celle de l'œgyrine, bien que les angles d'extinction soient très grands et rappellent ceux de l'augite.

» Une autre variété de pyroxène vert pâle forme des touffes de très

longues aiguilles capillaires, parfois mélangées à des aiguilles d'apatite, dans les cavités laissées entre les enclaves en partie fondues et les fragments de scories voisines qui y adhèrent.

» L'augite jaune d'or n'est pas le seul minéral formé à la surface des enclaves quand celles-ci sont constituées par des roches feldspathiques; leur surface est alors hérissée de lamelles d'orthose sodique ou d'anorthose, sur lesquelles sont implantées les aiguilles pyroxéniques. Les formes de ce feldspath sont rarement distinctes [g^1(010), p(001), a^1(101)].

» L'angle d'extinction dans g^1 est de +6° environ, des essais microchimiques montrent que ce feldspath renferme, à peu près en égale quantité, de la potasse et de la soude et pas de chaux; quelques échantillons présentent, en outre des minéraux précédents, de petits cristaux de pseudo-brookite, d'oligiste et de magnétite, toujours peu abondants.

» Les faits qui viennent d'être exposés montrent que les roches traversées par les fumerolles ont fourni la plus grande partie des éléments nécessaires à la formation des minéraux néogènes que l'on y observe; les plagioclases sont, en effet, localisés sur les cendres basaltiques et l'orthose sur les enclaves granitiques; on ne trouve ce dernier minéral sur les grains de cendre qu'à la partie de la surface tournée du côté de l'enclave.

» Il est facile d'expliquer pourquoi les minéraux néogènes sont beaucoup plus abondants et de plus grande taille à la surface des enclaves énallogènes qu'à celle des roches basaltiques. En effet, les enclaves granitiques, sous l'influence de la haute température à laquelle elles ont été soumises au moment de leur arrachement souterrain par le magma volcanique en voie d'épanchement, ont fondu en un *verre* bulleux; celui-ci est beaucoup plus altérable par la vapeur d'eau acide que les scories basaltiques en partie constituées par des minéraux *cristallisés*. On voit nettement que c'est dans cette partie vitrifiée et à ses dépens que se sont formés les cristaux néogènes qui en renferment souvent encore des traces. Ces minéraux, du reste, ne sont certainement pas des produits de fusion formés pendant le séjour des enclaves dans le magma basaltique (¹). Leur formation drusique est évidente, les aiguilles de pyroxène forment quelquefois, entre les enclaves et les grains de cendre, des touffes si délicates que le moindre souffle les dissocie. On peut affirmer d'autre part que ces cristallisations se sont effectuées grâce à l'action minéralisatrice de la vapeur d'eau apportée

(¹) L'orthose ne se forme pas dans ces conditions, au milieu des enclaves quartzeuses des basaltes (A. Lacroix, *Les enclaves des roches volcaniques*; 1893).

par la fumerolle, car toutes les fois que les enclaves sont compactes, les recristallisations sont exclusivement limitées à leur enveloppe périphérique, alors que, dans le cas où elles ont été rendues bulleuses par fusion, les minéraux néogènes se sont produits dans toutes leurs bulles.

» Cette abondance des silicates formés sous l'influence de fumerolles volcaniques est comparable à celle qui a été observée dans les tufs de Nocera dans la Campanie, dans ceux de Santorin; elle peut être surtout rapprochée des cristallisations qui ont rendu célèbres quelques éruptions du Vésuve et notamment celle de 1872. Les nombreux silicates cristallisés drusiques des trachytes du mont Dore se sont formés par un mécanisme analogue, mais dans des conditions différentes; ils ont cristallisé, en effet, en profondeur, dans des enclaves engagées, comme en vase clos, dans le magma en voie d'épanchement, alors que ceux de Royat résultent d'une production effectuée à la pression ordinaire, à la surface du sol, aux dépens des roches déjà épanchées. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'apatite de certaines enclaves granulitiques du Chuquet-Genestoux (Puy-de-Dôme).* Note de MM. **A. Gonnard** et **Adelphe**, présentée par M. Fouqué.

« L'apatite est, en général, un minéral du premier stade de consolidation; elle est moulée par tous les cristaux, même par ceux du fer oxydulé. Presque toujours ce minéral reste intact, lors même que la roche qui le contient a subi des mouvements violents avant ou pendant le second stade de consolidation; ses cristaux conservent la netteté de leurs arêtes.

» Cette remarque reçoit une pleine confirmation de la découverte que l'un de nous a récemment faite de petites enclaves granulitiques à apatite dans les scories basaltiques du Chuquet-Genestoux, au pied du Puy-de-Dôme.

» On sait que ce minéral, souvent pris pour de l'émeraude par les anciens lithologues, quand la couleur en est verte, est fréquent dans les roches éruptives; mais il y est, en général, peu abondant et ne saurait être regardé que comme un élément accessoire dans la composition minéralogique de ces roches.

» Aussi, M. Alfred Lacroix, malgré le nombre considérable d'enclaves qu'il a examinées, ne l'a-t-il rencontré qu'assez rarement, et en un nombre assez restreint de localités du plateau central, dans les enclaves des scories basaltiques ou dans les pépérites de ces régions.

» Il ne mentionne guère, en effet :

» Pour le Puy-de-Dôme, que les scories basaltiques du puy de la Garde, aux environs de Billom, où l'apatite, peu abondante d'ailleurs, est accompagnée d'ilménite; celles de la Banne d'Ordenche, au mont Dore, où ce savant a observé la leucite; celles du puy de Plantat, qui contiennent du zircon en même temps que l'apatite; enfin, les tufs basaltiques d'Ardes, de Perrier et de Tinlhat, où l'apatite est plus abondante;

» Pour la Haute-Loire, les scories basaltiques du Velay, notamment du volcan du Bouchet et celles du Croustet;

» Pour le Cantal, celles du puy Mary et du Suc de Védrine;

» Enfin, pour l'Ardèche, celles des Coirons.

» L'un des gisements les plus intéressants des enclaves à apatite est peut-être celui de Rochesauve, où M. Damour signala la présence d'une très belle andésine [*Note sur un feldspath triclinique des terrains volcaniques du département de l'Ardèche* (*Bull. de la Soc. min.*, t. VI, p. 287 et 288)], étudiée plus tard par M. Fouqué (*Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques*, p. 68 et suiv.). L'apatite y larde de nombreux cristaux incolores, non seulement l'andésine englobée par la lave, mais encore de gros cristaux isolés d'augite associés à la magnétite.

» Il n'est donc pas sans quelque intérêt de mentionner ici les enclaves à apatite du Chuquet-Genestoux. Elles sont assez variées de composition; mais nous ne retenons que celles où se trouve ce minéral.

» Il s'y présente d'ailleurs dans les conditions suivantes :

» Soit au milieu d'une masse quartzeuse d'un brun foncé, soit dans des nodules d'un feldspath blanchâtre altéré, on voit des cristaux prismatiques hexagonaux, dont la couleur extérieure chocolat rappelle certaines apatites de Renfrew (Ontario-Canada), ou celle du vanadate de bismuth, connu sous le nom de *puchérite*. Ces cristaux, dont le diamètre atteint jusqu'à 3^{mm}, et dont la longueur dépasse 12^{mm}, ont, comme il est dit plus haut, conservé toute la netteté du tranchant de leurs arêtes; leurs faces sont miroitantes, et les angles pourraient en être mesurés au goniomètre de réflexion. Ils laissent une empreinte également nette dans la matière enveloppante, quartz ou feldspath, et s'en détachent très aisément. La seule modification qu'ils paraissent avoir subie est indiquée par la couleur brun rouge de leurs clivages ou de leurs cassures.

» Plusieurs cristaux de cette apatite sont intérieurement creusés d'un canal central cylindrique; peut-être ce canal était-il, comme il arrive pour

certains cristaux d'apatite bleue de la Villeder, originairement rempli d'une matière micacée (muscovite) qui a disparu !

» La roche à apatite englobée dans les scories du puy Genestoux semble être une granulite à gros éléments.

» Un essai qualitatif, le seul que nous permettait le peu de matière dont nous disposions, nous a donné, avec le molybdate d'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque, les réactions de l'acide phosphorique et de la chaux. Nous avons aussi reconnu la présence d'une petite quantité de chlore dans la liqueur nitrique. Enfin, nous avons constaté l'existence d'une certaine quantité d'oxyde de fer dans cette apatite. Cette substance se rencontre parfois, il est vrai, dans les apatites normales (voir les analyses données par Des Cloizeaux, *Manuel de Minéralogie*, t. II) ; mais il est ici visible que la lave a fourni au phosphate de chaux de l'enclave, sinon pour la totalité, du moins pour la plus grande part, le fer qui le colore d'une façon si marquée, et dont l'essai nous a décelé une quantité assez notable. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'acidité urinaire et sa détermination*. Note de M. **Charles Lapierre**, présentée par M. Armand Gautier.

« C'est une des questions les plus complexes de l'analyse urologique, et c'est cependant l'une de celles où règne la plus grande confusion. Le médecin attachant, avec raison, une grande importance à ce dosage, en présence de la diversité des méthodes recommandées en France et à l'étranger, j'ai cru devoir reprendre cette étude. Les conclusions auxquelles je suis arrivé font l'objet de cette Note, dont le développement sera publié dans un autre Recueil :

» 1° L'acidité des urines (mesurée directement) est surtout due aux phosphates monométalliques; certains acides, tels que l'acide hippurique, contribuent pour une faible part.

» 2° L'acide urique, qui n'agit qu'indirectement [1], et les autres acides de l'urine ne peuvent à eux seuls, vu leur petite proportion, être la seule cause de l'acidité des urines; dans les conditions normales, ces corps ne correspondent qu'au quart de l'acidité totale mesurée par le procédé acidimétrique direct.

---

[1] On sait que l'acide urique agit sur PO^4Na^2H pour produire PO^4NaH^2 et $C^5H^3Az^4O^3Na$.

» 3° Les phosphates acides doivent se former dans le rein, soit par l'action de CO^2 sur les phosphates dimétalliques, soit par dialyse de ceux-ci, comme tendent à le prouver les expériences que j'ai instituées à cet effet.

» 4° En présence des indicateurs colorants, l'acide phosphorique, et, par suite, les phosphates acides ne sont jamais complètement saturés par les alcalis. Pour 1 molécule de PO^4H^3, en présence du tournesol, la saturation s'obtient avec 1^{mol},5 de soude; en présence de la phtaléine, avec 2 molécules au lieu de 3 (Berthelot, Joly, etc.).

» 5° Les résultats qu'on obtient dans le dosage direct de l'acidité urinaire, en présence de tournesol ou même de phtaléine, au moyen d'une solution titrée de soude, sont inférieurs à l'*acidité réelle* des urines, et cette méthode doit être rejetée.

» 6° Mêmes conclusions pour le dosage indirect, en présence de la phtaléine, comme le recommande M. Lépinois ([1]).

» 7° Le procédé de M. Joulie ([2]), basé sur l'apparition d'un précipité permanent de phosphate, par addition directe de sucrate de chaux à l'urine, donne des résultats de beaucoup inférieurs à ceux des précédentes méthodes et doit être également rejeté.

» 8° La chaux dissoute réagit sur le phosphate monosodique, en présence de la phtaléine, en donnant des phosphates tricalcique et disodique; en réagissant sur le phosphate disodique, elle forme un phosphate tricalcique, basique.

» 9° La seule méthode exacte de dosage de l'*acidité réelle* des urines est celle où tous les H basiques sont substitués, c'est-à-dire celle qui correspond à la formation de sels théoriquement neutres.

» 10° Entre autres procédés donnant la résolution du problème, la méthode indiquée par M. A. Gautier dans sa *Chimie biologique* ([3]), méthode basée sur l'alcalinisation préalable des urines à l'aide d'une solution titrée de soude, suivie de la précipitation par $BaCl^2$ des phosphates et autres sels, puis de la détermination de l'alcalinité résiduelle, donne la mesure exacte de l'acidité des urines. Le mode opératoire donné par ce savant peut être, pensons-nous, simplifié par la détermination de l'alcalinité d'une partie aliquote du liquide filtré (Engel et Moitessier) ([4]), et par

([1]) Lépinois, *Journal de Pharmacie et Chimie;* 1896.

([2]) Joulie, *Journal de Pharmacie et Chimie;* février 1898.

([3]) Arm. Gautier, *Chimie biologique*, 2e édition, p. 634; 1887.

([4]) Engel et Moitessier, *Chimie biologique*, p. 531; 1897.

l'emploi de la phénolphtaléine ajoutée directement au liquide (Lapierre).

» Comme on pouvait le prévoir, les résultats ainsi obtenus sont plus élevés que ceux fournis par les méthodes directes.

» 11° En combinant la méthode précédente avec la détermination directe de l'acidité en présence du chlorure de baryum et de la phtaléine, par la soude, sans filtration, il est possible de déterminer les quantités respectives de phosphates monosodique et disodique qu'une solution renferme; dans les urines, ces deux déterminations donneront la teneur approchée de ces deux genres de sels : phosphates monométalliques et phosphates dimétalliques. La clinique pourra tirer grand profit de cette connaissance.

» 12° Les résultats que j'ai obtenus avec douze urines différentes et avec des solutions titrées de phosphates mono- et dimétalliques, en présence ou non des acides urique et hippurique, ont confirmé ce qui précède. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre du 6 mai 1898.* Documents communiqués par M. **Michel Lévy**.

« Comme suite aux documents communiqués par MM. Lœwy et Mascart, dans les deux dernières séances, M. Michel Lévy fait connaître que les appareils séismiques de Grenoble ont enregistré une secousse nord-sud, le 6 mai 1898, à $1^h 21^m 17^s$, temps moyen de Paris.

» M. Kilian a transmis à M. Michel Lévy un télégramme, lui annonçant cette secousse, le 6 mai, à $4^h 55^m$ du soir.

» Les perturbations des appareils magnétiques de Genève et de Saint-Genis-Laval ont donc bien eu comme origine un tremblement de terre séismique dont le contre-coup s'est étendu dans la Haute-Savoie, dans Saône-et-Loire, dans le Rhône, dans le Jura et dans l'Isère. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 mai 1898.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Nos 111 à 138. 1898; in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1897. Montpellier, Ch. Boehm, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 mai 1898. N° 113. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'étranger. N° 1. Mars 1898. Paris, Imprimerie Nationale; 1 vol. grand in-8°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1898. Tome IX. N° 2. Mars-avril. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin, Secrétaire annuel. N° 20. Séance du 17 mai 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Notes orthoptérologiques, par J. Pantel, S. J.; t. I, II, III, IV; 3 fasc. in-8°.

L'Intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur : Alfred Binet. Directeur-adjoint : Victor Henri. 20 mai 1898. N° 14. Paris, Schleicher; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 mai 1898.)

Note de M. *Crova*, Sur un actinomètre absolu :

Page 1395, ligne 18, *au lieu de* thermo-électriques, *lisez* thermométriques.

Note de M. *J. Dewar*, Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium :

Page 1410, ligne 25, *au lieu de* « Enfin le 10 mai..... En cinq minutes, *lisez* Enfin le 10 mai, nous avons opéré avec de l'hydrogène refroidi à — 205° C., et sous une pression de 180^{atm}. Ce gaz s'échappait continuellement par l'extrémité d'un tube en serpentin, placé dans un vase isolant à vide, doublement argenté et de construction spéciale, entièrement entouré d'un espace maintenu au-dessous de — 200° C. Le gaz s'écoulant à raison de 300^{lit} à 400^{lit} environ par minute, l'hydrogène liquide commença à couler de ce vase isolant dans un autre doublement isolé par un troisième vase à vide. En cinq minutes.....

Page 1412, ligne 13, *au lieu de* air liquide, *lisez* hydrogène liquide.

Note de M. *Ostwalt*, Sur les verres périscopiques :

Page 1447, ligne 18, *au lieu de* sur l'arc optique, *lisez* sur l'axe optique.
Même page, ligne 24, *au lieu de* Pour le cas l'incidence, *lisez* Pour le cas d'incidence.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 31 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune.* Note de MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie le troisième fascicule de l'*Atlas photographique de la Lune*, publié par l'Observatoire de Paris. Ce fascicule comprend, comme le précédent, un Mémoire descriptif et théorique et sept planches dont six sont du format $0^m,50$ sur $0^m,60$. Quelques-unes de ces planches présentent sous un jour nouveau des parties de notre satellite déjà figurées antérieurement. D'autres sont relatives à des régions que les feuilles précédentes avaient laissées entièrement dans l'ombre.

» La moisson d'aperçus nouveaux que cette publication suggère ou fait pressentir est considérable. L'espèce de monotonie qui semble régner à la surface de la Lune, si l'on y jette un coup d'œil superficiel, fait place, quand on y regarde de plus près, à une richesse et à une variété très grandes.

Avant de dégager quelques conclusions théoriques, nous essayerons d'analyser en peu de mots le caractère particulier de chacune des feuilles qui composent ce troisième fascicule.

» La *Pl. C* comprend, de même que celles qui ouvrent les deux séries précédentes, toute la partie de la Lune visible au moment de l'observation. Mais ici la phase est plus voisine de la conjonction; par suite la région représentée est moins étendue et les détails s'y accumulent dans une perspective fuyante, qui rend parfois les interprétations difficiles. Cette épreuve offre un aspect expressif et un relief intense, dû au passage rapide de l'ombre à la lumière. Elle a pour nous un prix particulier en raison des difficultés spéciales qu'il a fallu vaincre pour l'obtenir. On conçoit, en effet, qu'aux époques où la Lune est peu éloignée du Soleil on se trouve dans l'alternative ou d'opérer à la pleine lumière du jour, ce qui tend à voiler les plaques sensibles, ou de laisser la Lune s'approcher de l'horizon à une distance ordinairement incompatible avec le calme des images. Aussi n'y a-t-il pas plus de trois ou quatre jours chaque année où cette phase puisse être photographiée dans des conditions convenables, et il faut en outre un concours assez rare de circonstances atmosphériques.

» L'objet le plus apparent sur cette feuille est la mer des Crises; mieux qu'aucune autre des grandes taches grises de la Lune, elle manifeste les caractères généraux qui les rapprochent des cirques : contour régulier, surface intérieure relativement unie et déprimée au-dessous du niveau moyen de la région, partie centrale séparée du reste par une ligne d'affaissement circulaire.

» Cette disposition concentrique se reconnaît aussi dans la mer de la Fécondité, toute voisine de la première. Ici les lignes de séparation entre les zones successives sont des digues saillantes plutôt que de simples dénivellations, et les traces d'actions volcaniques abondent sur le trajet de ces cordons. La forme polygonale commune à la mer des Crises et à beaucoup de cirques est très visible sur cette épreuve. Elle montre que les parties plus résistantes de la croûte solide se sont opposées à l'extension des aires d'affaissement. Cette circonstance contribue à rendre improbable la théorie qui veut que les mers, aussi bien que les cirques, soient des empreintes de projectiles.

» Les grands cirques ne sont pas rares dans cette partie occidentale de la Lune, et quelques-uns sont au nombre des plus caractéristiques.

» Petavius et Endymion sont à citer pour le sillon concentrique qui dédouble leur rempart; Petavius encore pour la fissure médiane qui part de

la montagne centrale, traverse la première enceinte et s'arrête à la seconde. Plusieurs autres se distinguent comme centres d'émanation de traînées blanches. Des alignements de cirques suivant le méridien se rencontrent ici comme dans d'autres parties de la Lune. Mais à mesure que l'on approche du bord, on voit les plis de terrain, aussi bien que la teinte du sol, se distribuer de plus en plus suivant des lignes d'égale longitude. La recrudescence d'éclat qui se manifeste sur les calottes polaires se limite, dans la région équatoriale, à une bande étroite formant la limite du disque visible. Ce fait, constaté sur de nombreux clichés, et, à ce qu'il semble, indépendant de la phase, mérite une attention particulière. Nous reviendrons un peu plus loin sur l'interprétation qu'il convient de lui donner.

» La *Pl. XII* reproduit à une échelle plus grande la partie sud du cliché précédent. On y voit apparaître avec plus de clarté les caractères spéciaux de Petavius et de Furnerius, imités plus ou moins fidèlement par beaucoup de cirques de la même région.

» On y rencontre aussi, près de Rheita, le spécimen le plus imposant et le mieux placé pour l'étude des grandes vallées rectilignes à bords parallèles. Divers signes s'accordent pour faire attribuer à ces vallées une antiquité très haute. Leur netteté et leur continuité ont quelque peu souffert par la formation de cirques sur leur parcours; mais la distribution de ceux-ci est évidemment subordonnée dans une grande mesure à l'existence préalable des vallées.

» Le contraste entre les mers et les régions montagneuses s'accuse avec une extrême énergie sur la *Pl. XIII*, où l'on voit les masses énormes du Caucase et des Apennins former barrière entre la mer des Pluies et celle de la Sérénité.

» Ces deux vastes bassins, développant leurs rivages en courbe régulière, arrivent à empiéter l'un sur l'autre. Ils communiquent ainsi, entre les Apennins et le Caucase, par une trouée, à partir de laquelle les deux massifs vont en s'évasant, l'un vers le nord, l'autre vers le sud.

» Le Caucase, plus complètement figuré, se montre divisé en plusieurs blocs bien distincts, qui ont dû anciennement ne faire qu'un tout, et subir les uns par rapport aux autres des mouvements de rupture et de dérive. Une disjonction semblable paraît avoir eu lieu entre les deux bords de la grande vallée des Alpes.

» Moins abruptes dans leur ensemble que le Caucase, les Alpes offrent une large bande hérissée de pitons à peu près semblables, et atteignent leur plus grande altitude à la limite de la mer des Pluies.

» Elles se fondent, au contraire, insensiblement dans la mer du Froid, qui est une des régions les plus unies de la Lune.

» Au delà recommence une zone montagneuse qui s'étend jusqu'au pôle nord, et qui est remarquable, comme les Alpes, par l'absence presque complète de formes régulièrement circulaires. Le relief du sol y est plutôt constitué par un réseau de nervures qui manifestent une tendance à se grouper en losanges.

» Relativement clairsemés dans cette feuille, les cirques se montrent prodigieusement abondants dans la suivante (*Pl. XIV*) qui nous ramène au voisinage du pôle sud. Entre toutes ces formations accumulées, Tycho se recommande spécialement à l'étude comme étant le centre du rayonnement le plus vaste que l'on aperçoive sur la Lune. Ni l'éclairement, ni l'échelle ne sont ici favorables pour mettre cette circonstance en lumière.

» Mais Tycho révèle aussi sa prépondérance par la disposition en ceintures successives que les formations voisines affectent autour de lui. Il accuse encore sa jeunesse relative par l'énergie de son relief et l'intégrité de sa crête.

» Comme témoins d'une période plus ancienne, on retrouve ces arêtes et ces sillons, déjà rencontrés dans les fascicules précédents, disposés par séries parallèles et formant souvent tangente commune au rempart de deux ou trois cirques. Deux de ces traits rectilignes, le mur droit de Birt et la crevasse d'Hésiode, sont particulièrement nets.

» Ils courent dans des directions à peu près perpendiculaires à la limite de la région montagneuse et de la plaine.

» L'un et l'autre paraissent devoir leur naissance à un affaissement suivi de rupture, le mouvement s'étant accompli, pour le mur droit, dans le sens vertical et s'étant compliqué, pour la crevasse d'Hésiode, d'un glissement tangentiel.

» Les deux planches suivantes (*Pl. XV* et *XVI*) représentent une même région sous deux éclairements contraires, de part et d'autre de l'opposition. Elles sont occupées, pour la plus grande partie, par des régions de plaine. Les massifs montagneux qui s'y rencontrent (Carpathes et monts Riphées) n'ont qu'une faible étendue.

» Leur isolement, le tracé concave de leurs limites rappellent, comme dans le cas des Apennins, la forme des découpures que l'on obtient dans une surface plane, quand on y pratique des ouvertures circulaires empiétant les unes sur les autres.

» De beaux cirques, réguliers et profonds, apparaissent semés de

distance en distance, sans lien apparent entre eux ni avec les groupes de montagnes. Copernic, le plus vaste et le plus remarquable à tous égards, résume à lui seul presque toutes les particularités que l'on peut relever isolément sur les autres. Les plis de terrain qui le constituent, nettement concentriques au voisinage de l'ouverture, prennent, quand on s'éloigne en dehors d'un certain rayon, la disposition rayonnante et la conservent tant que la pente du sol demeure orientée dans le même sens. La situation isolée de Copernic et des cirques voisins, au milieu d'une plaine semée de légers accidents, est très propre à manifester l'origine et la disposition des traînées divergentes qui en émanent dans tous les sens. On s'assurera par la comparaison des deux feuilles que ces dépôts de couleur claire deviennent visibles seulement quand le Soleil est assez élevé, qu'ils n'atteignent nulle part une épaisseur appréciable, que leur direction est indépendante des accidents superficiels qu'ils rencontrent, qu'ils sont sujets à disparaître au passage de certains bassins déprimés et reprennent au contraire un éclat plus vif quand ils atteignent, en s'éloignant de leur point d'origine, des élévations du sol.

» Tout autre est l'aspect présenté par la feuille *XVII*, qui nous montre, quelques jours après l'opposition, la partie la plus sauvage et la plus tourmentée de la calotte australe. La comparaison avec la feuille *XIII* rend visible au premier coup d'œil la différence de condition des deux pôles. Nulle part la mesure des ombres n'indique de profondeurs aussi grandes que dans le voisinage du pôle sud. On reconnaît ici l'existence de plis de terrain très puissants, dirigés parallèlement. Des cirques considérables se sont formés en travers de ces rides, sans les détruire, et ont ajouté leur cavité propre aux différences de niveau déjà existantes.

» Il est intéressant de rapprocher la feuille *XVII* de la *Pl. VII*, la même région étant représentée dans l'une un peu avant le coucher du Soleil, dans l'autre un peu après le lever. L'accord est presque parfait en ce qui concerne le relief du sol, la délimitation des cirques, les petits cratères entourés ou non d'auréoles blanches. Mais les divergences apparaissent si l'on s'attache à l'examen des taches sombres qui occupent, en général, le fond des dépressions. Plusieurs de ces taches, visibles sur la première feuille, manquent absolument sur la seconde. Celles qui se retrouvent de part et d'autre se montrent, après l'opposition, plus accentuées et plus étendues. D'autre part, l'altitude du Soleil est déjà trop grande pour que ces changements puissent être imputés à la marche des ombres. Il semble donc certain que l'action prolongée des rayons solaires fait subir à la teinte

relative de certaines régions de la Lune une altération temporaire, soumise à la même périodicité que les phases. Des faits de ce genre ont été signalés déjà par des observateurs armés de lunettes. La Photographie nous permettra, sans doute, de multiplier les constatations et de préciser la loi du phénomène.

» Nous nous sommes placés, dans ce qui précède, au point de vue purement descriptif et nous nous sommes limités aux faits qui peuvent être aisément vérifiés à l'inspection de notre Atlas. Dans une prochaine Communication, nous chercherons à coordonner ces remarques et à formuler quelques conclusions théoriques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés des dialcoylamido-anthraquinones*-3. Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Dans notre dernière Communication ([1]) nous avons montré que les acides orthobenzoylbenzoïques substitués se transforment, sous l'influence des réducteurs, d'abord en monophénylphtalides substitués et ensuite en dérivés benzylbenzoïques.

» Nous avons essayé de condenser ces mêmes acides en composés anthraquinoniques en suivant la méthode employée pour produire des condensations analogues avec les acides benzoylbenzoïques.

» *Condensation de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.* — On chauffe à une température comprise entre 175°-180°, une partie d'acide diméthylamidé avec 10 parties d'acide sulfurique concentré. Il se dégage de l'acide sulfureux et, quand on verse le produit de la réaction dans de l'eau, on obtient un précipité rouge, floconneux, qui, lavé et essoré, cristallise, dans la benzine ou le toluène, en belles aiguilles rouges sublimables et qui fondent à 181°,

$$C^6H^4\begin{cases}CO - C^6H^4Az(CH^3)^2\\ COOH\end{cases} = C^6H^4\begin{cases}CO\\ CO\end{cases}C^6H^3Az(CH^3)^2 + H^2O.$$

» A côté de cette *diméthylamidoanthraquinone*, qu'on obtient dans la proportion de 35 à 40 pour 100 du rendement théorique, il se forme toujours des produits d'oxydation mal définis et qui sont à l'étude, de sorte que nous avons tenté de modifier notre procédé de condensation pour augmenter notre rendement.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1249.

» Dans ce but, nous nous sommes adressés au produit de réduction de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque, c'est-à-dire à l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque. Quand on chauffe, pendant une demi-heure environ, à 80°, une partie de cet acide avec 12 parties d'acide sulfurique concentré, on obtient une solution brun rougeâtre, ne sentant que faiblement l'acide sulfureux et qui, étendue d'eau, passe au jaune clair. Ce liquide, neutralisé par du carbonate de soude, fournit un précipité qu'on peut faire cristalliser dans la benzine, d'où il se dépose en aiguilles jaunes. C'est du *diméthylamidoanthranol,* très altérable comme tous les anthranols, car même en solution benzénique, et à plus forte raison en liqueur alcaline, il s'oxyde pour donner naissance à de la diméthylamidoanthraquinone identique avec celle obtenue par condensation de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.

» Pour obtenir pratiquement cette anthraquinone substituée, on traite à chaud la liqueur de sulfate de diméthylamidoanthranol obtenue plus haut par une solution de perchlorure de fer de densité 1,30. La liqueur ne tarde pas à prendre une coloration violette intense, que nous attribuons à la formation de diméthylamidooxanthranol, premier terme d'oxydation du produit de condensation ; puis elle se décolore presque complètement en laissant déposer un magma rouge, très volumineux, formé par un feutrage de petites aiguilles rouges, très fines et très longues. Sous cette forme, le produit est trop volumineux pour être commodément lavé et essoré. En maintenant le liquide, au sein duquel il se forme, à l'ébullition pendant une heure environ, les petites aiguilles rouges disparaissent et se transforment en cristaux plus gros et plus lourds, facilement essorables. On obtient ainsi, du premier jet, une diméthylamidoanthraquinone très pure avec un rendement de 80 à 85 pour 100 du rendement théorique.

» La série de réactions qui conduit à ce composé, en partant de l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque, peut s'exprimer par les équations suivantes :

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} C^6H^4\begin{array}{c} \diagup CH^2 \diagdown \\ \diagdown COOH \end{array} C^6H^4Az(CH^3)^2 - H^2O = \underbrace{C^6H^4\begin{array}{c} \diagup CH^2 \diagdown \\ \diagdown CO \diagup \end{array} C^6H^3Az(CH^3)^2}_{\text{Diméthylamidoanthranol.}} \\ \text{ou} \\ \qquad C^6H^4\begin{array}{c} \diagup COH \diagdown \\ | \\ \diagdown CH \diagup \end{array} C^6H^3Az(CH^3)^2, \end{array} \right.$$

$$(2)\quad C^6H^4 \begin{matrix} COH \\ | \\ CH \end{matrix} \rangle C^6H^3Az(CH^3)^2 + O = \underbrace{C^6H^4 \begin{matrix} CHOH \\ CO \end{matrix} C^6H^3Az(CH^3)^2}_{\text{Diméthylamidooxanthranol}},$$

$$(3)\quad C^6H^4 \begin{matrix} CHOH \\ CO \end{matrix} C^6H^3Az(CH^3)^2 + O = \underbrace{C^6H^4 \begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix} C^6H^3Az(CH^3)^2}_{\text{Diméthylamidoanthraquinone}} + H^2O.$$

» *Condensation de l'acide diéthylamidobenzoylbenzoïque.* — Cet acide se comporte, à tous égards, comme son homologue inférieur. Quand on le chauffe avec de l'acide sulfurique concentré, il donne naissance à de la *diéthylamidoanthraquinone*. De même que pour le dérivé méthylé, le rendement est loin d'être théorique, par suite de la formation de produits secondaires. Aussi est-il plus avantageux de partir de l'acide diméthylamidobenzoïque auquel on fait subir le même traitement, à l'acide sulfurique et au perchlorure de fer, que celui qui a été appliqué à l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque.

» La diéthylamidoanthraquinone cristallise, au sein du toluène bouillant, en beaux feuillets rouges fondant à 162°.

» Ces nouveaux dérivés anthraquinoniques ne peuvent avoir que la constitution suivante :

```
               CO
      / 8 \  /    \  / 1 \
     |7    |        |    2|
     |     |        |     |
     |6    |        |    3| AzR².
      \ 5 /  \    /  \ 4 /
               CO
```

» Ils se prêtent très facilement à la préparation d'un ensemble de dérivés nitrés, amidés, sulfonés, hydroxylés, qui sont à l'étude et dont quelques-uns sont susceptibles de recevoir une application technique.

» Dans une prochaine Communication nous ferons connaître d'autres termes de cette série et en particulier des composés oxyalcoylamidés. »

CHIRURGIE. — *De la création de nouvelles articulations entre des os normalement indépendants, dans les cas où les anciennes articulations, complètement détruites, ne peuvent être reconstituées. Cas de néarthrose cléido-humérale obtenue par la fixation à la clavicule de l'extrémité flottante de la diaphyse humérale;* par M. **Ollier**.

« J'ai, à plusieurs reprises, entretenu l'Académie des moyens chirurgicaux de refaire les articulations altérées par une cause pathologique ou traumatique. J'ai fait connaître la méthode générale qui m'avait permis, dans ces divers cas, d'obtenir des néarthroses régulières, et j'ai exposé les faits physiologiques sur lesquels cette méthode était fondée. Mon but avait été alors de démontrer qu'on pouvait obtenir des néarthroses de même type que les articulations enlevées.

» Je viens aujourd'hui envisager la question des néarthroses à un autre point de vue et montrer qu'on peut aller plus loin dans la réfection des articulations. On peut, en effet, établir des articulations, à la fois solides et mobiles, entre des os qui normalement sont indépendants ou, du moins, ne s'articulent pas entre eux. En les fixant l'un à l'autre et en conservant non seulement les tissus qui doivent assurer leur union, mais tout ce qui reste des muscles qui faisaient mouvoir l'ancienne articulation, on peut obtenir une néarthrose régulière, entourée d'une musculature assez puissante pour la faire fonctionner activement. C'est ce que je vais démontrer par le fait suivant : en fixant à la clavicule la diaphyse humérale, privée de son extrémité supérieure, j'ai rendu au bras sa force et ses fonctions. Non seulement la tête humérale n'existait plus, mais la totalité de l'omoplate avait été enlevée, de sorte qu'il était tout à fait impossible de faire reconstituer une articulation scapulo-humérale. Le membre supérieur ne tenait au tronc que par des parties molles. Si la main et l'avant-bras pouvaient encore rendre quelques services, le bras, pendant le long du tronc et sans soutien osseux, tendait à s'abaisser de plus en plus. De l'ancien squelette de l'épaule il ne restait que la clavicule, dont l'extrémité externe, soulevée en haut par le trapèze, avait perdu tout rapport avec l'humérus. Entre cette extrémité saillante de la clavicule et le bout supérieur de l'humérus, on voyait une dépression profonde qui se trouvait juste au point où aurait dû exister la saillie du moignon de l'épaule. Il y avait une distance de 7^{cm} entre la clavicule et le bout supérieur de l'humérus, qui se perdait au mi-

lieu du tissu cicatriciel, recouvert par le deltoïde atrophié et ramassé vers son attache humérale. Malgré un appareil prothétique qui soutenait le coude et le fixait contre le tronc, le malade ne pouvait se servir de son bras pour un travail manuel quelconque, bien que les contractions de la main et des doigts pussent s'exécuter avec force dans ces conditions. C'est alors que je pensai à établir une articulation entre la clavicule et le bout flottant de l'humérus. Voici les détails essentiels sur l'origine de la lésion et les moyens par lesquels j'ai pu y remédier :

» Il s'agissait d'un homme âgé de quarante-huit ans en 1893, qui avait été blessé au siège de Metz, en 1870, d'un coup de feu à l'épaule. La plaie mit sept mois à se cicatriser; la guérison arriva après l'élimination de plusieurs esquilles; jusqu'en 1883 la plaie resta fermée; mais à ce moment elle se rouvrit. Pour tarir la suppuration on dut faire, en 1884, la résection de la tête humérale; en 1885, la résection d'une partie de l'omoplate et, en 1890, l'ablation du reste de cet os sous lequel on trouva un fragment de balle. La suppuration cessa alors, mais le membre ne put reprendre ses fonctions, et, comme il n'y avait pas eu de reproduction osseuse, le fragment inférieur de l'humérus resta flottant et s'écarta de plus en plus de la clavicule à laquelle il était uni, seulement en avant, par quelques faisceaux musculaires trop faibles pour s'opposer à l'action de la pesanteur. Il en résulta alors une déformation dont les photographies que je mets sous les yeux de l'Académie donnent seules une idée exacte.

» Je vis ce malade pour la première fois en 1893, et, après quelques essais infructueux de prothèse, je pris le parti de fixer l'humérus à la clavicule et d'entourer les extrémités rapprochées de ces deux os de ce qui restait des muscles scapulaires. L'opération fut pratiquée le 23 décembre 1893. J'eus beaucoup de peine à dégager le bout de l'humérus des tissus cicatriciels qui l'entouraient. Cette extrémité atrophiée se terminait en pointe. Je dus en retrancher 12^{mm} à 15^{mm} dans le but d'avoir une surface assez large pour être adpatée à la face inférieure de la clavicule que j'avais préalablement avivée, en écartant le périoste en avant et en arrière. Je conservai d'autre part la gaine périostique de la portion de l'humérus que je dus réséquer, et non seulement je mis en rapport les surfaces osseuses, mais les portions périostiques, afin d'augmenter la solidité de la soudure. Je fixai l'humérus à la clavicule par deux anses de fil de platine qui sont encore en place. Si j'avais obtenu une soudure osseuse (ce que j'avais espéré au début), les mouvements se seraient passés dans l'articulation sterno-claviculaire; mais la soudure est restée fibreuse et l'humérus, quoique en rapport exact avec la clavicule, jouit de mouvements assez étendus dans tous les sens, et surtout dans le sens antéro-postérieur.

» Je me préoccupai tout particulièrement de la reconstitution des attaches musculaires; je dégageai le deltoïde de ses adhérences cicatricielles et je le suturai en plusieurs points au trapèze, de manière à en former un muscle digastrique. Et là où le trapèze manquait, se perdant dans les cicatrices confuses ou n'étant pas abordable, je fixai le deltoïde au périoste et aux couches fibreuses parostales recouvrant l'extrémité saillante de la clavicule. Je rétablis, en outre, autant que possible, en les rapprochant par la suture, les rapports des autres muscles scapulaires, de manière à doter les nou-

velles articulations d'une musculature rappelant celle de l'articulation scapulo-humérale.

» L'opération date aujourd'hui de quatre ans et demi, et voici quel en a été le résultat :

» Malgré les délabrements que je dus faire pour retrouver les extrémités osseuses et les débris musculaires confondus au milieu du tissu cicatriciel, les suites opératoires furent très simples : pas de température; le premier pansement ne se fit qu'au dix-huitième jour. Le membre fut maintenu immobilisé par une attelle plâtrée pendant quatre mois, puis laissé en liberté. A ce moment on pouvait croire à une synostose entre les deux os suturés, mais bientôt il s'établit une certaine mobilité qui alla en augmentant à mesure que le malade se servait de son membre, et, aujourd'hui, il y a une véritable articulation solide et activement mobile, mobile surtout dans le sens antéro-postérieur. Les fils métalliques n'ont pas été enlevés, bien qu'ils ne supportent plus l'humérus relié à la clavicule par d'épais trousseaux fibreux; mais tant qu'ils n'occasionnent ni douleur ni inflammation, il n'y a pas d'inconvénient à les laisser en place. Les deux os sont tellement bien fixés que l'opéré peut soulever de terre les mêmes poids que du côté opposé; il est devenu beaucoup plus fort de l'avant-bras, et, pour le bras, il exécute des mouvements énergiques d'abduction parfaitement explicables par la réinsertion du deltoïde sur la clavicule, tout autour de son extrémité externe.

» Grâce au poids du bras qui lui est immédiatement attaché, la clavicule s'est abaissée et se trouve aujourd'hui au niveau de celle du côté opposé. La dépression sous-claviculaire est remplacée par un relief deltoïdien très marqué. Malgré les cicatrices qui sillonnent le nouveau moignon de l'épaule en avant et en arrière, on sent se contracter, dans les divers mouvements, les muscles scapulaires, dont l'action est cependant très affaiblie, à cause des suppurations antérieures; mais cependant, grâce à leur réinsertion sur l'extrémité humérale, ces muscles contribuent aux mouvements utiles que le bras peut exécuter.

» En résumé, grâce à la néarthrose qui s'est établie entre la clavicule et l'humérus, la situation de notre opéré s'est considérablement améliorée au point de vue orthopédique et fonctionnel. Le moignon de l'épaule a été reconstitué. Les muscles réinsérés (le deltoïde en particulier) agissent efficacement sur la néarthrose. Depuis l'opération le sujet n'a plus eu besoin d'appareil de prothèse, et il se sert de son membre pour tous les usages de la vie. Il porte la main sur la tête, sur l'épaule droite, en arrière sur la fesse droite, croise les bras, etc., autant de mouvements qu'il ne pouvait faire avant l'opération que nous lui avons pratiquée.

» Nous avons pu donc établir, entre l'extrémité externe de la clavicule et l'humérus privé de son renflement supérieur, une néarthrose régulièrement constituée, solide et mobile, qui permet au bras de se contracter énergiquement. Au lieu d'une articulation scapulo-humérale, au rétablissement de laquelle on ne pouvait songer à cause de la perte totale de l'omoplate, nous avons une articulation cléido-humérale qui en tient lieu. Grâce à la réinsertion du deltoïde sur la clavicule et à la réimplantation de

ceux des muscles scapulaires qui n'avaient pas été trop altérés, nous avons autour de cette articulation cléido-humérale approximativement la même musculature qu'autour de l'articulation scapulo-humérale primitive. Une fois réinsérés, ces muscles atrophiés et à peu près sans usages ont plus ou moins repris leur action.

» Le deltoïde surtout, est particulièrement intéressant à ce point de vue. Ramassé sur lui-même, autour du bout flottant de l'humérus, il a pu être remonté et régulièrement réinséré au pourtour de l'extrémité saillante de la clavicule. Aussi le moignon de l'épaule s'est-il reformé, et, comme on le voit par la comparaison des photographies représentant le sujet avant et après l'opération, un relief sous-claviculaire a remplacé la dépression profonde qu'on constatait autrefois.

» Ce résultat a été sans doute obtenu en suivant les règles générales pour la formation des néarthroses que j'ai depuis longtemps établies, mais j'ai dû y ajouter un nouveau principe, d'une importance capitale au point de vue fonctionnel : c'est la réinsertion des muscles sur des points favorables à leur action sur la nouvelle articulation. Dans les résections habituelles on n'a qu'à conserver les muscles préexistants; dans les néarthroses créées de toutes pièces, il faut leur trouver d'autres insertions.

» Si, dans le cas présent, je n'avais pas trouvé de point d'appui sur la clavicule, j'aurais eu la ressource d'essayer de fixer l'humérus aux côtes correspondantes. Cette néarthrose costo-humérale eût été sans doute dans des conditions très défavorables. Elle eût permis de donner plus de fixité au bras, mais il eût été impossible de réinsérer les muscles scapulaires dans des conditions favorables à leur action. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Apparition dans le sérum sanguin, sous l'influence de produits chimiques, d'une matière capable d'agglutiner le bacille de la tuberculose vraie.* Note de M. S. **Arloing.**

« I. Blachstein, Engels, Malvoz, au cours des deux dernières années, ont observé qu'un certain nombre de substances chimiques sont capables d'agglutiner telle ou telle espèce microbienne et de montrer des électivités déterminées à la manière des sérums doués d'un pouvoir agglutinant spécifique.

» Les faits que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie n'ont rien de commun avec les observations des auteurs précités; ils offrent un intérêt d'un autre ordre.

» On admet aujourd'hui que l'apparition et le développement du pouvoir agglutinant du sérum sanguin pour un microbe donné résultent de l'introduction dans l'organisme vivant de produits spécifiques : cultures complètes ou cultures filtrées de ce microbe. Tout récemment, Nicolle exprimait l'opinion courante sous une forme originale en disant que le pouvoir agglutinant est la signature du passage dans l'organisme de la substance agglutinée spécifique (voir *Annales de l'Institut Pasteur*, mars 1898). Il entend par *substance agglutinée spécifique* celle qui est mise en grumeaux par la substance agglutinante des sérums et dont l'origine remonte à une vie microbienne antérieure.

» Cette opinion ne peut être rigoureusement admise. De même qu'il existe des substances chimiques qui agglutinent à l'instar de certains sérums; de même, on trouve des substances chimiques qui font apparaître la propriété agglutinante dans le sérum de quelques animaux à l'instar des produits spécifiques.

» II. Dans ma Note du 16 mai 1898, j'ai montré que le sérum sanguin de la chèvre devenait capable d'agglutiner rapidement et complètement les bacilles de Koch suspendus dans des émulsions homogènes lorsque l'animal avait reçu une série d'injections sous-cutanées de tuberculine ou de bacilles plus ou moins virulents. J'ai montré aussi que l'on pouvait faire naître rapidement cette propriété dans le sang de la chèvre et du lapin à l'aide de quelques injections.

» Or, je viens de m'apercevoir que le sang de la chèvre peut acquérir des propriétés analogues sous l'influence d'injections répétées d'*eucalyptol*, de *gaïacol*, de *créosote* et de liqueur de Mialhe (sublimé corrosif). La liqueur de Mialhe était injectée en nature, le gaïacol, la créosote et l'eucalyptol étaient préalablement incorporés à l'huile d'olive.

» III. Les chèvres qui me fournissent actuellement du sérum agglutinant pour le bacille de Koch sont soumises à ces substances depuis longtemps.

» La chèvre n° 1, en expérience depuis le 6 avril 1896, avait reçu à la date du 1er avril dernier, 3536cc d'huile créosotée. La chèvre n° 2 soumise aux injections depuis le 14 septembre 1896, avait reçu à la même date 1082cc de liqueur de Mialhe. Les chèvres nos 3 et 4, en expérience depuis le 14 avril 1897, avaient absorbé à la même époque : la première 2230cc d'huile gaïacolée, la deuxième 2485cc d'huile eucalyptolée.

» Les injections ont été graduées, interrompues et reprises de manière à conserver les animaux en bonne santé autant que possible. Je glisserai sur

les effets locaux et généraux de ces injections, afin de ne pas surcharger la présente Note de détails intéressants mais non indispensablés, et je passerai aux propriétés acquises par le sérum sous leur influence.

» IV. Le 1er avril 1898, je fais une petite saignée aux quatre chèvres et j'obtiens quatre échantillons de sérum.

» Ces sérums sont essayés, comparativement avec les sérums des chèvres imprégnées de tuberculine et de bacilles de Koch, sur des émulsions homogènes de ce bacille dans la proportion de $\frac{1}{10}$. Tous sont agglutinants.

» Je fais une nouvelle saignée le 20 mai 1898; les nouveaux échantillons de sérum que j'obtiens à ce moment sont aussi agglutinants que ceux du 1er avril.

» A volume égal, ces sérums agglutinent un peu moins énergiquement que le sérum des chèvres tuberculisées et tuberculinées. La différence, toutefois, est fort légère pour le sérum modifié par des injections de liqueur de Mialhe.

» Si l'on étudie le phénomène de l'agglutination au point de vue de sa rapidité et à celui de sa perfection, les quatre sérums précités ne se rangent pas exactement de la même manière, dans les deux cas.

» Pour la rapidité de l'agglutination, le classement serait le suivant : 1° sérum modifié par la liqueur de Mialhe; 2° sérum modifié par l'eucalyptol; 3° sérum modifié par le gaïacol; 4° sérum modifié par la créosote. Pour la perfection de l'agglutination, le sérum modifié par le gaïacol passe du troisième au deuxième rang, le sérum modifié par l'eucalyptol passe du deuxième au troisième rang. L'échamtillon le plus actif agglutine bien à $\frac{1}{70}$.

» Étant donné que l'on peut comparer entre elles les préparations à l'eucalyptol, au gaïacol et à la créosote dont l'excipient était identique, on reconnaîtra que la créosote entraîne moins facilement que les deux autres corps la formation de la substance agglutinante, puisque la chèvre créosotée se place au dernier rang bien qu'elle ait reçu proportionnellement une plus grande quantité de substance que les chèvres imprégnées de gaïacol et d'eucalyptol.

» V. C'est bien en provoquant une réaction de l'organisme vivant que ces quatre substances chimiques déterminent l'apparition d'une matière agglutinante dans le sang. En effet, si l'on ajoute à des émulsions du bacille de Koch $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{5}$ d'une solution aqueuse saturée d'eucalyptol, de gaïacol ou de créosote, ou les mêmes quantités de liqueur de Mialhe, on ne produit pas d'agglutination. De seize à vingt-quatre heures après le mélange, quelques bacilles se déposent au fond des tubes ni plus ni moins que dans des

tubes témoins. On assiste donc à la création du pouvoir agglutinant par des substances chimiques qui en sont elles-mêmes dépourvues.

» VI. Dès à présent, je ne saurais dire si ces substances détermineraient la même réaction chez des espèces autres que l'espèce caprine, et indiquer la quantité minima nécessaire pour faire naître la propriété agglutinante. Je poursuis des expériences qui me permettront de répondre prochainement, je l'espère, à ces deux questions.

» Pour le moment, je conclurai simplement à la possibilité de faire apparaître dans le sang de la chèvre, par l'emploi de certaines substances chimiques, une matière capable d'agglutiner le bacille de Koch.

» Je ferai remarquer, en outre, que les effets de cette matière sur le bacille de Koch ne diffèrent pas de ceux de la matière agglutinante provoquée par le passage de substances spécifiques dans l'organisme; enfin, que ces substances chimiques sont au nombre de celles que l'on oppose habituellement aux ravages de la tuberculose, sans attacher une grande importance à cette dernière constatation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des appareils d'aviation*. Note de M. **Ader**, présentée par M. Marey.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Marey, Sarrau.)

« Les appareils d'aviation auxquels je travaille depuis de longues années et que j'appelle *avions* n'appartiennent pas à la famille des aéroplanes; ils reproduisent comme forme générale l'aile de la chauve-souris.

» Depuis longtemps j'ai observé que les ailes des oiseaux forment, de l'avant à l'arrière, dans le sens de la translation, une spirale caractérisée par l'angle invariable du rayon avec les tangentes menées aux points de la courbe. Cette spirale présente une courbure plus ou moins accentuée, selon la charge des ailes, mais on la retrouve toujours et partout. J'ai donc appliqué à mes appareils ce principe dont ne se départit pas la nature et qui semble être la base fondamentale de l'aviation.

» Les formes que je donne aux charpentes des ailes se rapprochent de celles des chauves-souris. Leurs incurvations d'apparence bizarre sont la conséquence des efforts de directions multiples qu'elles doivent supporter. Ces charpentes sont creuses et faites par un procédé spécial qui me permet

d'obtenir d'elles une très grande rigidité, tout en leur maintenant une légèreté extrême. Elles sont maintenues en position par des tirants en fil d'acier. Les voiles ou membranes qui servent de point d'appui dans l'air sont en étoffe de soie; quelques-unes sont élastiques, d'autres sont sillonnées par de petits tirants logés sur l'étoffe et qui suivent les lignes de force. Les ailes sont articulées en toutes leurs parties et se plient complètement. Pendant l'action du vol, ces ailes ne sont pas battantes, elles restent étendues dans une position de planement; leur translation est obtenue par de puissants et très légers propulseurs; elles sont mobiles à l'épaule et se manœuvrent sans effort de l'intérieur de l'avion.

» La force motrice est fournie par la vapeur. Les machines, taillées dans l'acier, sont à quatre cylindres et à double expansion, avec une admission au cinquième de la course; elles commandent directement un propulseur de quatre branches, rationnellement établi. Le générateur est tubulaire; la vaporisation s'y fait, on peut dire, instantanément; car, toutes issues fermées à la vapeur, la pression accusée par le manomètre monte d'une atmosphère par seconde. Le combustible est approvisionné à l'état liquide ou envoyé vaporisé dans le foyer. Les vapeurs d'échappement se liquéfient dans un condenseur spécial qui ne laisse rien perdre. Le poids total des générateur, machines, condenseur, est d'environ 3^{kg} par force de cheval nominal; la machine seule, à son maximum de vitesse et à sa plus grande pression, n'arrive qu'au poids de 1^{kg} par cheval. Pratiquement, dans l'air, on peut disposer et compter sur une force de traction effective, au bout des propulseurs, variant entre la moitié et le tiers du poids total de la force motrice, combustibles et liquides exceptés.

» Ainsi qu'on le voit, en dehors de l'aviation, cette force motrice est susceptible d'être appliquée aux aérostats dirigeables. Il serait possible, en effet, avec un appareil moteur de 1000^{kg}, d'obtenir une traction permanente de 300^{kg} à 500^{kg}.

» Le dernier appareil que j'ai construit et avec lequel j'ai exécuté quelques expériences, a environ 15^{m} d'envergure; les ailes sont chargées, selon les poids du conducteur, du combustible et des accessoires, de 10^{kg} à 20^{kg} par mètre carré. Le poids total, sans conducteur ni combustible, est de 258^{kg}; à charge complète, il atteint 500^{kg}.

» Les roues d'atterrissage qui supportent l'avion sont folles et peuvent prendre toutes les obliquités pendant les manœuvres sur le sol. Il existe, en outre, un gouvernail à l'arrière qui agit isolément.

» L'appareil est à double traction; chaque machine commande directe-

ment son propulseur; elles tournent en sens inverse l'une de l'autre et sont complètement indépendantes; il en résulte que les propulseurs servent aussi à la direction de l'appareil. Dans ce but, une barre de gouvernail commande un régulateur de prise de vapeur appartenant à la machine de gauche et un autre à la machine de droite, de telle sorte que, quand l'un s'ouvre, l'autre se ferme de la même quantité; comme c'est le même générateur qui fournit la pression, la somme d'énergie totale reste constante; la répartition seule de cette énergie est modifiée et l'évolution de l'appareil est obtenue.

» Tel est, dans ses grandes lignes, le dispositif que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, et sur lequel je vais entreprendre des expériences, dès que les circonstances me les rendront possibles. »

M. **Jaime Ferran** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvelles découvertes relatives au bacille de la tuberculose et à la solution expérimentale du problème de la prophylaxie et de la guérison de cette maladie ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **Mitour** adresse un Mémoire intitulé : « Photographie à travers les corps opaques par les ondes électriques statiques unipolaires ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Delahousse** adresse un Mémoire intitulé : « Hygiène des grandes industries : Porcelaine, Cordonnerie, Couture. »

(Renvoi au concours des Arts insalubres de la fondation Montyon.)

CORRESPONDANCE.

M. **Obrutchew**, auquel le prix Tchihatchef a été décerné l'an dernier, adresse d'Irkoutsk ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à courbure totale constante.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Appelons réseau T un réseau qui a même représentation sphérique que les lignes de courbure d'une surface à courbure totale constante. Ces réseaux sont des réseaux I; pour leur appliquer les formules de mes précédentes Notes, il faut supposer

$$A = a = \cos\varphi, \qquad B = b = \sin\varphi.$$

» On a alors

$$dy_k = p\,dx_k, \qquad k = 1, 2, \ldots, 5,$$

et, par suite,

(1) $$y_k = p x_k + c_k.$$

» Des formules (1) on déduit

$$\Sigma c_k y_k = 1, \qquad \Sigma c_k x_k = -p, \qquad \Sigma c_k^2 = 1 + p^2.$$

» Nous distinguerons deux cas :

1° $$p = i, \qquad \Sigma c_k^2 = 0.$$

On peut alors, par une substitution orthogonale, supposer

$$c_1 = c_2 = c_3 = 0, \qquad c_5 = i c_4.$$

» On aura alors

$$x_4 + i x_5 = \text{const.}$$

» Le point $A'(x_1 x_2 x_3)$ décrit une surface à courbure totale constante applicable sur la sphère décrite par le point $A(\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3)$. Cela revient à considérer le réseau T comme un réseau C.

2° $$p^2 + 1 \gtrless 0, \qquad \Sigma c_k^2 \gtrless 0.$$

On peut, par une substitution orthogonale, supposer

$$c_1 = c_2 = c_3 = c_4 = 0, \qquad c_5 = \sqrt{1 + p^2}.$$

» On aura ensuite

$$x_5 = \frac{-p}{\sqrt{1 + p^2}} = \mu.$$

» Le point $A''(x_1, x_2, x_3, x_4)$ décrit un réseau applicable sur le réseau $A(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$; donc

» *Un réseau* T *est une fois réseau* C *et une infinité de fois réseau* 2C.

» Dans tous les cas les points $M(\rho\alpha_1, \rho\alpha_2, \rho\alpha_3)$ et $M'(\rho x_1, \rho x_2, \ldots \rho x_5)$ décrivent des surfaces applicables quel que soit ρ. Pour l'étude des propriétés des réseaux M, nous examinerons les deux hypothèses suivantes :

» I. *Le réseau* T *est considéré comme réseau* C. $p = i$.

» Il y a deux espèces de réseaux C décrits par les points M :

» 1° Les réseaux N pour lesquels :

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5, \qquad a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_5^2 = 0,$$
$$a_4 + i a_5 = 0.$$

» Prenons par exemple $\rho = \frac{1}{x_1 + i x_2}$. Les coordonnées des réseaux applicables $N(X_1, X_2, X_3)$, $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ sont :

$$X_1 = \rho\alpha_1, \quad X_2 = \rho\alpha_2, \quad X_3 = \rho\alpha_3; \quad Y_1 = \rho x_3, \quad Y_2 = \rho x_4, \quad Y_3 = \rho x_5.$$

» Ces réseaux sont C et 2O. La coordonnée complémentaire (celle qu'il faut ajouter pour obtenir un réseau O dans l'espace à quatre dimensions) est

$$\zeta = i\rho,$$

(2) $$\zeta = K(Y_2 + iY_3).$$

» Si l'on remplace le réseau $O(Y_1, Y_2, Y_3, \zeta)$ par un réseau parallèle, la relation (2) subsistera. Or, parmi les réseaux parallèles à un réseau O, il y en a dont la somme des carrés des quatre coordonnées est égale à l'unité. On aura donc

(3) $$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + K^2(Y_2 - iY_3)^2 = 1.$$

» La surface (3) est égale à la surface

(4) $$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_2 - iY_3)^2 = 1.$$

» Le réseau N' est donc parallèle à un réseau C de cette surface.

» Le réseau N coupe le réseau A suivant une droite qui décrit une congruence (6); cette congruence est C et O, elle est normale à un réseau T.

» Inversement, soit N' un réseau C de la surface (4) applicable sur un réseau N. Ces réseaux sont 2O, la coordonnée complémentaire étant

$\zeta = Y_2 + iY_3$. A la solution

$$\theta = \zeta = Y_2 + iY_3$$

correspond une congruence harmonique à N. Cette congruence est C puisque $\theta = \zeta$; elle est O puisque $\theta = Y_2 + iY_3$, donc :

» *La déformation de la surface* (4) *et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.*

» 2° Les réseaux P pour lesquels

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + \ldots + a_5 x_5, \qquad a_1^2 + \ldots + a_5^2 = 0,$$
$$a_4 + i a_5 \gtrless 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{1}{\rho} = x_1 - i x_5$, les coordonnées des réseaux applicables sont $P(\rho\alpha_1, \rho\alpha_2, \rho\alpha_3)$ et $P'(\rho x_2, \rho x_3, \rho x_4)$.

» Les réseaux P et A se coupent suivant une droite qui décrit une congruence L harmonique à ces réseaux. Cette congruence est C et 3O. Le réseau (4) parallèle à cette congruence est C et 3O; parmi ses congruences harmoniques se trouve une congruence C, O parallèle au réseau A et une congruence C, 2O parallèle au réseau P.

» Si nous prenons la surface dont l'équation est

$$(5) \qquad Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_1 + iY_2)(Y_1 + iY_2 + mY_3) = 1,$$

les réseaux C de cette surface possèdent toutes les propriétés des réseaux L. On en déduit facilement le résultat suivant :

» *Les congruences* L *sont parallèles aux réseaux* C *des surfaces* (5) *et par conséquent la déformation de ces surfaces et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la forme que prend, par la suppression de certains termes, un développement en série entière.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« Désignant par $x, y, \ldots$ des variables indépendantes en nombre quelconque, et par $x_0, y_0, \ldots$, des *valeurs initiales* attribuées à ces variables, considérons un développement, entier en $x - x_0, y - y_0, \ldots$, dont *tous* les coefficients soient arbitraires, et soumis dans leur ensemble à la seule

restriction de la convergence : c'est ce que nous nommerons *fonction analytique complètement indéterminée* des variables x, y, ...

» Considérant, d'autre part, certaines dérivées (en nombre limité) de cette fonction, désignons par E l'ensemble qu'elles forment, et supprimons du développement tous les termes qui, aux facteurs numériques connus près, ont pour coefficients les valeurs initiales des dérivées figurant dans l'ensemble E et de leurs propres dérivées de tous ordres : cette opération portera le nom de *coupure*, et la portion restante du développement s'appellera le *résidu* de la coupure.

» Cela posé :

» I. *Le résidu d'une coupure, pratiquée dans le développement d'une fonction analytique complètement indéterminée de x, y, ..., peut,* par un calcul très simple, *être mis sous la forme*

$$\sum_{n=1}^{n=g}(x-x_0)^{a_n}(y-y_0)^{b_n}\ldots F_{\theta_n}, \tag{1}$$

où a_n, b_n, ... désignent des entiers (positifs ou nuls), θ_n un groupe de variables extrait du groupe total x, y, ..., et F_{θ_n} une fonction analytique complètement indéterminée des seules variables θ_n; les termes élémentaires provenant du développement de l'expression (1), *quand on y remplace les diverses fonctions indéterminées qui y figurent par leurs développements respectifs, sont tous dissemblables en $x-x_0$, $y-y_0$, ..., et l'une des combinaisons*

$$(a_1, b_1, \ldots),\quad (a_2, b_2, \ldots),\quad \ldots,\quad (a_g, b_g, \ldots)$$

se compose d'entiers tous nuls.

« II. Désignons par ω_n le groupe de variables complémentaires de θ_n, c'est-à-dire tel que l'ensemble des deux groupes θ_n, ω_n reproduise une fois et une seule chacune des variables indépendantes x, y, ... Si, considérant le développement (sans coupure) de notre fonction analytique indéterminée, on en prend la dérivée d'ordres partiels a_n, b_n, ..., et qu'on attribue ensuite aux variables ω_n leurs valeurs initiales, on tombe sur un développement Φ_{θ_n}, ne dépendant évidemment, comme F_{θ_n}, que des variables θ_n.

» Cela étant, *les deux développements* F_{θ_n}, Φ_{θ_n} *convergent dans les mêmes limites, et la connaissance de l'un équivaut à celle de l'autre,* car : 1° pour passer de F_{θ_n} à Φ_{θ_n}, il suffit de multiplier F_{θ_n} par le monome

$$(x-x_0)^{a_n}(y-y_0)^{b_n}\ldots \tag{2}$$

et d'exécuter sur le résultat la dérivation d'ordres partiels a_n, b_n, ...; 2° pour passer de Φ_{θ_n} à F_{θ_n}, il suffit d'exécuter sur Φ_{θ_n} la quadrature multiple d'ordres partiels a_n, b_n, ..., en ayant soin que le résultat de chaque quadrature simple s'annule pour la valeur initiale de la variable qu'elle intéresse, puis de supprimer, dans le développement ainsi obtenu, le facteur commun (2).

» III. Supposons que, dans une question quelconque, on ait à considérer une fonction inconnue u des variables x, y, ... et le développement de cette fonction à partir des valeurs particulières x_0, y_0, ...; supposons, en outre, que, parmi les données de la question, doive figurer le résidu d'une certaine coupure pratiquée dans le développement dont il s'agit. Pour formuler une pareille donnée, on commencera par mettre ce résidu sous la forme (1), en y supposant provisoirement tous les coefficients indéterminés; cela fait :

» Ou bien on se donnera les g fonctions F_{θ_n} qui figurent dans l'expression (1);

» Ou bien, faisant successivement $n = 1, 2, \ldots, g$, on se donnera la fonction des variables θ_n, à laquelle se réduit $\frac{\partial^{a_n+b_n+\cdots} u}{\partial x^{a_n} \partial y^{b_n} \cdots}$ par l'attribution aux variables ω_n de leurs valeurs initiales.

» IV. Étant donné un système différentiel, résolu par rapport à certaines dérivées des inconnues u, v, ... qui s'y trouvent engagées, partageons-y les premiers membres en groupes, suivant qu'ils appartiennent à telle ou telle des inconnues, et désignons par E_u, E_v, ... les ensembles respectifs ainsi formés; puis, considérant une solution hypothétique du système, et supposant développées, à partir des *valeurs initiales* x_0, y_0, ... des variables, les diverses fonctions dont elle se compose, nommons *déterminations initiales* de ces fonctions les résidus des coupures E_u, E_v, ... pratiquées dans leurs développements respectifs.

» Cela étant, *on peut,* par la méthode indiquée ci-dessus, *fixer l'économie des fonctions* (*ou constantes*), *en nombre fini, dont la connaissance équivaut à celle des déterminations initiales.* On résout ainsi, de la manière la plus simple, un problème qui se présente sans cesse dans l'étude des systèmes différentiels et que je n'avais pu traiter jusqu'ici dans toute sa généralité qu'à l'aide d'une réduction progressive au premier ordre. »

PHYSIQUE. — *Sur une méthode de détermination du numéro d'ordre d'une frange d'ordre élevé.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons déjà utilisé les franges produites entre deux surfaces de verre argenté, planes et parallèles, éclairées par un faisceau de lumière monochromatique, à l'étude de la constitution de plusieurs raies spectrales ([1]). Ces franges, observées par transmission à l'aide d'une lunette visant à l'infini, ont l'aspect de cercles concentriques dont les diamètres suivent la même loi que ceux des anneaux de Newton; la partie brillante de chaque anneau est très étroite comme cela a lieu pour toutes les franges des lames argentées.

» A un point du champ correspond une incidence déterminée i et, pour ce point, la différence de marche qui produit l'interférence est $\Delta = 2e\cos i$ (e étant la distance des deux plans argentés). La partie fractionnaire du quotient $p = \frac{\Delta}{\lambda} = \frac{2e\cos i}{\lambda}$ est la différence de phase pour la radiation λ, et la valeur de p n'est autre que la différence de marche exprimée en longueurs d'onde λ; chaque valeur entière de cette quantité caractérise une frange brillante dont elle est le numéro d'ordre.

» Lorsque la distance des surfaces argentées est un peu grande, le numéro d'ordre des anneaux observés devient très élevé ($p = 160000$ pour $e = 4^{cm}$ et $\lambda = 0^{\mu},5$); la méthode que nous employons pour déterminer ce nombre, analogue à la méthode des excédants fractionnaires ([2]), repose sur l'emploi de plusieurs radiations monochromatiques convenablement choisies, dont les longueurs d'onde sont dans des rapports exactement connus. Imaginons que l'appareil soit éclairé par deux radiations simples, l'une rouge et l'autre verte, par exemple, de longueurs d'onde λ et λ' ($\lambda > \lambda'$). Les anneaux dus à ces radiations se juxtaposent, sans se fondre, à cause de la présence des franges brillantes, et l'on distinguera à leurs teintes les anneaux des deux systèmes. Si l'on fait varier la distance des lames argentées, ces deux systèmes se contractent ou se dilatent simultanément, sans qu'il y ait mouvement d'un système relativement à l'autre. Un anneau rouge, d'ordre déterminé k, par exemple, sera toujours accom-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 34, 331, 407; 1898.

([2]) MM. Macé de Lépinay, Michelson, Benoit, Hamy.

pagné de la même manière par les mêmes anneaux rouges et verts qui l'environnent. La façon dont se présentent ces anneaux sera caractéristique de l'anneau rouge considéré et pourra servir à la faire reconnaître.

» En particulier, il peut arriver que, entre deux anneaux rouges successifs d'ordre K et K + 1, se trouvent intercalés, non plus un, mais deux anneaux verts; nous disons alors qu'il y a une coïncidence entre les deux systèmes, ce que l'on constatera aisément à la vue, parce que, les deux anneaux verts étant très voisins des anneaux rouges, on aura deux anneaux successifs blanchâtres, dégradés de vert, l'un à l'intérieur, l'autre à l'extérieur. Ce phénomène tient à ce que la variation de différence de marche en passant d'un anneau au suivant est plus petite pour le système vert que pour le rouge, ce qu'on pourra exprimer en disant que les anneaux verts sont plus serrés que les rouges.

» Soient K′ et K′ + 1 les numéros d'ordre des anneaux verts compris entre les anneaux rouges K et K + 1, et soit $K' = K + m$.

» Les différences de marche exprimées en longueur d'onde rouge sont, pour les deux anneaux rouges,

$$\frac{\Delta}{\lambda} = K, \qquad \frac{\Delta_1}{\lambda} = K + 1;$$

en ces mêmes points, exprimés en longueur d'onde verte, $\frac{\Delta}{\lambda'}$ et $\frac{\Delta_1}{\lambda'}$, elles seront, l'une un peu inférieure à K′, l'autre un peu supérieure à K′ + 1, puisque c'est sur les anneaux verts qu'elles ont ces valeurs. Ceci revient à dire que, pour le K^ième anneau rouge, on a

$$\frac{\Delta}{\lambda'} - \frac{\Delta}{\lambda} < m,$$

et pour le (K + 1)^ième,

$$\frac{\Delta_1}{\lambda'} - \frac{\Delta_1}{\lambda} > m;$$

il y a donc un point intermédiaire, où la différence de marche est Δ_0, où l'on a exactement

$$\frac{\Delta_0}{\lambda'} - \frac{\Delta_0}{\lambda} = m,$$

Δ_0 est la différence de marche de coïncidence; sa valeur est

$$\Delta_0 = m\frac{\lambda\lambda'}{\lambda - \lambda'}.$$

» Il suit de là que le phénomène est périodique, se produisant pour

toutes les valeurs entières de m, auxquelles correspondent comme différences de marche les multiples d'une longueur que nous appelons la période

$$\Pi = \frac{\lambda\lambda'}{\lambda' - \lambda}.$$

Cette période pourra être exprimée en longueurs d'onde d'une radiation quelconque : en particulier exprimée en λ ce sera

$$\varpi = \frac{\lambda'}{\lambda' - \lambda},$$

et ses multiples $m\varpi$ seront des différences de marche de coïncidence en λ, dont les parties fractionnaires seront les différences de phase correspondantes. Si $m\varpi$ est en particulier un entier, il y a superposition exacte d'un anneau vert à un anneau rouge; nous dirons qu'il y a coïncidence exacte. Dans le cas général la valeur du terme fractionnaire de $m\varpi$ renseignera sur l'*exactitude* de la coïncidence, sur laquelle l'observation directe dans le cas de courte période pourra donner un renseignement.

» Lorsque, les deux radiations étant voisines, la période est longue, l'observation ne permet de fixer la position de la coïncidence qu'à quelques franges près; les anneaux des deux espèces ont presque exactement la même teinte, et leur séparation, qui ne produit pas de dissymétrie dans les colorations, ne devient appréciable que quelques franges après ou avant la coïncidence. Il peut y avoir avantage dans ce cas à absorber les *discordances*, consistant en ce que l'un des anneaux d'une espèce se trouve intercalé exactement au milieu entre deux anneaux de l'autre espèce, phénomène qui se produit pour les différences de marche $\Delta = (m - \frac{1}{2})\Pi$.

» En résumé, les concordances ou discordances numérotent les franges de ϖ en ϖ. Si les deux radiations sont très voisines, ce numérotage est à longue période, mais l'observation laisse quelque incertitude à laquelle se rapporte le numéro; il n'en est pas de même si la période est courte (inférieure à 20 ou 30 franges). Mais les franges numérotées se succèdent à intervalles rapprochés. Par un choix raisonné des longueurs d'onde employées et combinées deux à deux, on peut déterminer le numéro d'ordre exact d'un anneau, pourvu qu'on en ait déjà une valeur grossièrement approchée.

» Nous avions utilisé autrefois, pour vérifier les numéros d'ordre de franges fournies par des lames argentées de faible épaisseur, les radiations

du sodium et du lithium ([1]). Les radiations émises par des vapeurs métalliques, illuminées par la décharge d'induction, permettent d'aller beaucoup plus loin; en employant les radiations du mercure et du cadmium, convenablement associées, nous avons pu, par des observations qui se résument en deux nombres, toujours *plus petits que* 15, déterminer les numéros d'ordre (160000) de franges produites par des lames d'air de 4^{cm} d'épaisseur. Le détail de ces mesures fera l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons cathodiques*. Note de M. **P. Villard** ([2]), présentée par M. J. Violle.

« Dans une précédente Note ([3]), j'ai montré que les rayons cathodiques, et aussi les rayons de Goldstein, se forment aux dépens d'un afflux de matière, chargée positivement, qui arrive à la cathode avec une vitesse considérable. En disposant sur le trajet de ces divers courants des obstacles convenablement choisis, il est possible de déterminer la nature de la matière en mouvement.

» I. *Rayons cathodiques.* — Dans un tube de Crookes pouvant donner un faisceau cathodique un peu divergent, une lame de cuivre oxydé superficiellement est placée en face de la cathode, à $0^{m},15$ environ; entre cette lame et la cathode est interposé un petit obstacle, en cuivre oxydé également, fixé à la lame, et figurant, par exemple, une croix. L'ensemble peut être à volonté relié métalliquement à l'anode. Le tube étant mis en activité, on observe au bout de quelque temps que l'ombre cathodique portée par la croix sur la lame se manifeste par une impression durable très nette, noire sur fond rouge. Examinant les choses de plus près, on constate que, partout où le cuivre oxydé a été frappé par les rayons, il a pris une teinte rouge; les parties protégées, c'est-à-dire l'ombre de la croix, le revers de la lame et de l'obstacle, sont restées noires. Il est à supposer que les rayons cathodiques ont exercé sur l'oxyde une action réductrice. Le phénomène est parfaitement net si l'on a soin d'éviter que la lame ne s'échauffe notablement, auquel cas l'oxyde noir de cuivre serait décomposé et transformé en oxydule rouge.

» Il est préférable de prendre comme matière réductible un silicate; la réduction peut alors se produire dans la masse, à l'abri de l'atmosphère intérieure du tube.

» Si, par exemple, la paroi anticathodique d'un tube de Crookes est recouverte

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* décembre 1897.

([2]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1339.

intérieurement de verre vert à l'oxyde cuivrique, ce revêtement se transforme en verre rouge cuivreux sous l'action des rayons cathodiques. De même le cristal est réduit : il noircit partout où il est frappé par les rayons cathodiques, comme au contact d'une flamme réductrice, à cela près que l'action est moins superficielle. Ceci explique la formation de taches brunes sur la paroi anticathodique de tubes de Crookes ayant beaucoup servi : le verre ordinaire contient, en effet, presque toujours du plomb.

» La réduction du cristal a lieu même si le vide est fait sur de l'oxygène aussi pur que possible :

» Un tube de Crookes, à cathode d'aluminium, présente une paroi anticathodique en cristal ; après un lavage à l'acide nitrique bouillant, ce tube reçoit, par une ouverture qui sera scellée ensuite, un disque de cuivre profondément oxydé, dans lequel est pratiquée une ouverture en forme de croix. L'appareil est alors relié à une trompe à mercure sans robinets, par l'intermédiaire de tubes renfermant de l'oxyde de cuivre et de la potasse fondue au rouge. Une ampoule contenant un peu d'oxyde de mercure préalablement chauffé plusieurs fois est, en outre, fixée à la canalisation. Après avoir fait le vide, on remplit l'appareil d'oxygène à plusieurs reprises, et on le chauffe fortement chaque fois, en insistant particulièrement sur le tube de Crookes et l'oxyde de cuivre. Cette opération est renouvelée au cours des expériences. Dans ces conditions, on peut être certain que l'atmosphère intérieure est formée d'oxygène presque pur ; d'ailleurs le spectre de l'hydrogène n'est plus visible. Cependant l'action réductrice des rayons cathodiques n'est pas diminuée : ceux-ci, passant par la découpure pratiquée dans la lame de cuivre oxydé, vont marquer une croix noire sur le fond du tube. Le résultat est le même si l'espace obscur est limité à quelques centimètres de la cathode et la réduction se fait alors dans une région où le spectre de l'oxygène est bien visible ([1]).

» L'expérience peut encore se faire en recevant les rayons cathodiques sur une paroi de verre partiellement recouverte de cristal ; ce dernier seul noircit, ce qui montre bien qu'il ne s'agit pas d'un dépôt métallique formé de parcelles arrachées aux électrodes. D'ailleurs la réduction du cristal réussit très bien dans un tube à électrodes extérieures : d'autre part, les dépôts métalliques d'origine électrique sont peu adhérents et se dissolvent aisément dans un acide convenablement choisi.

» II. *Afflux cathodique.* — Si la partie centrale d'une cathode plane est remplacée par une lame de cristal, ce qui ne modifie pas sensiblement la marche de l'afflux, on constate que le cristal est profondément réduit là où il est frappé par le courant gazeux, c'est-à-dire au centre de la lame dans un tube centré. Cette expérience peut être combinée avec l'une des précédentes.

» III. *Rayons de Goldstein.* — Une lame de cristal placée sur le trajet des rayons de Goldstein est rapidement réduite. Ce résultat pouvait être prévu, les rayons dont il s'agit n'étant autre chose que le prolongement de l'afflux cathodique qui continue sa route, après avoir perdu sa charge, au travers d'une cathode perforée.

([1]) Dans l'oxygène l'espace obscur est d'une netteté remarquable, et le trajet des rayons cathodiques, en dehors de cet espace, est particulièrement visible.

» Ainsi, les rayons cathodiques, les rayons de Goldstein, et l'afflux cathodique paraissent formés aux dépens d'une matière possédant d'une manière constante la propriété de réduire certains oxydes métalliques, et cela indépendamment de son état électrique, qui est l'état neutre dans le cas des rayons de Goldstein. Le résultat est le même soit qu'on fasse le vide sur l'oxygène, soit qu'on opère sans précaution spéciale, c'est-à-dire dans des conditions très variables. Il semble donc que les rayons cathodiques ne se forment pas aux dépens de n'importe quel gaz. Les expériences récentes de J.-J. Thomson [1] montrent d'ailleurs bien nettement que les propriétés des rayons cathodiques sont indépendantes de la nature du gaz sur lequel on a fait le vide.

» Or, le seul gaz réducteur que l'on puisse trouver dans un tube de Crookes sans électrodes, lavé puis chauffé fortement, est évidemment l'hydrogène. On ne saurait se débarrasser complètement de l'eau par des desséchants, et le verre peut en fournir presque indéfiniment.

» J'ajouterai qu'avec un tube à électrodes de mercure dans lequel le vide avait été fait sur le mercure bouillant, je n'ai observé que le phénomène de Geissler, il ne s'est pas formé de rayons cathodiques.

» Les propriétés physiques et chimiques de l'hydrogène font déjà de ce gaz un corps à part dans la série des éléments ; il n'est donc nullement invraisemblable d'admettre qu'il possède, et cela exclusivement, la propriété de pouvoir donner des rayons cathodiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques carbonates sur l'acetate chromeux.* Note de M. G. **Baugé** [2], présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note ayant pour titre : « Sur un carbonate chromeux ammo- » niacal cristallisé » et publiée aux *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 474, nous avons démontré que si l'on traitait une solution aqueuse d'un carbonate alcalin par l'acétate chromeux on obtenait un carbonate double de protoxyde de chrome et d'alcali ; nous avons pu préparer ensuite par la même méthode un carbonate double de protoxyde de chrome et de sodium [3].

(1) *Philosophical Magazine*, 5e série, t. XLIV (oct. 1897).

(2) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(3) G. Baugé, *Sur un carbonate double de soude et de protoxyde de chrome* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1177).

Nous étudierons aujourd'hui l'action du carbonate de potassium, du carbonate de magnésium et des carbonates alcalino-terreux sur l'acétate chromeux.

» Antérieurement, Henri Sainte-Claire Deville avait indiqué (1) qu'en faisant réagir une solution de bicarbonate, sesquicarbonate ou carbonate neutre alcalin sur un sel soluble métallique, on pouvait préparer ainsi des carbonates doubles.

» *Action du carbonate de potassium.* — Le carbonate de potassium forme avec le carbonate chromeux deux composés : l'un jaune, l'autre rouge brun.

» *Préparation du sel jaune.* — Dans le flacon tubulé de l'appareil déjà décrit (2), on fait arriver un courant d'acide carbonique, puis une certaine quantité d'acétate chromeux en suspension dans l'eau. Après repos, on décante la partie limpide et on la remplace par une solution au cinquième, dans l'eau bouillie, de carbonate de potassium. Par agitation, l'acétate chromeux se dissout, et il se précipite aussitôt une poudre jaune cristalline. La concentration ci-dessus est importante à observer, car avec des liqueurs plus riches en carbonate de potassium, le sel se dépose trop lentement et avec des solutions plus étendues il reste complètement dissous.

» Après décantation des eaux-mères, on lave le produit avec de l'eau bouillie froide, employée en petite quantité, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne renferment plus d'acétate de potassium, puis avec de l'alcool à 98° et l'on continue jusqu'à ce que cet alcool sorte de l'appareil au même titre. Après une dernière décantation, on sèche le produit dans le flacon même, en plaçant ce dernier au-dessus d'un bain-marie contenant de l'eau en pleine ébullition.

» On prépare aussi ce composé en faisant réagir sur l'acétate humide une solution tiède et saturée de bicarbonate de potassium. Dans ce cas, il y a une forte effervescence due au départ de la moitié de l'acide carbonique.

» *Propriétés.* — Ce sel est une poudre de couleur jaune très voisine de celle de l'oxalate ferreux. Au microscope, il se présente sous la forme de prismes hexagonaux jaune citron.

» Il est soluble dans l'eau qu'il colore en jaune brun.

» Les solutions ainsi obtenues déposent peu à peu le sel qu'elles ren-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 75.

(2) *Loc. cit.*

ferment et se décolorent. Si l'on essaie de reprendre le dépôt par de l'eau bouillie, on voit que sa solubilité a beaucoup diminué et a pu même devenir nulle après quelques mois.

» Indépendamment de cette polymérisation, certains agents, et en particulier le carbonate de potassium, ajoutés dans la solution de ce sel, en déterminent une précipitation partielle et même totale si l'addition en est suffisante.

» Comme les composés correspondants de l'ammonium et du sodium, c'est un réducteur énergique. Il décompose l'eau avant la température de l'ébullition. Chauffé dans le vide ou dans un courant de gaz inerte, il jouit, de même que le sel jaune correspondant du sodium, de la propriété de devenir brun, puis de reprendre sa couleur primitive par le refroidissement : ce phénomène se poursuit jusque vers 280°, température à laquelle le sel se décompose.

» Le chlore et l'hydrogène sulfuré l'attaquent à chaud en donnant les même réactions que le sel jaune de sodium.

» Stable pendant quelque temps dans l'air sec, il s'oxyde de suite dans l'air humide avec formation de sesquioxyde de chrome hydraté.

» Chauffé à l'air, il fournit le chromate correspondant.

» Enfin les acides étendus le dissolvent à l'abri de l'air en donnant des solutions bleues.

» *Analyse.* — Calciné dans un courant d'air sec et privé d'acide carbonique, ce sel nous a fourni de l'eau et de l'acide carbonique. Dans le chromate de potassium qui forme le résidu, le chrome a été déterminé à l'état d'oxyde après précipitation par l'azotate mercureux, puis la potasse sous forme de sulfate après élimination du mercure par l'hydrogène sulfuré.

» Les résultats obtenus sont les suivants :

	I.	II.	Théorie.
CO^2	31,70	31,92	31,76
K	28,01	27,98	28,15
Cr	18,76	18,89	18,77
H^2O	9,70	9,91	9,74

» On obtient le sel rouge dont nous avons parlé précédemment en plaçant, dans de l'eau bouillie, le sel jaune et en faisant traverser le tout par un courant prolongé d'acide carbonique. Le sel jaune se transforme peu à peu en un composé rouge brique. Cette transformation s'effectue encore dans l'alcool à 60°. Malheureusement, l'attaque n'est que superficielle et le produit de l'action n'a pas une composition constante. Ce corps rouge

peut être préparé directement en faisant agir, sur l'acétate chromeux humide, une solution au $\frac{1}{30}$ de carbonate de potassium, employée en quantité strictement nécessaire. C'est, dans ce cas, un précipité rouge se détruisant partiellement par les lavages et dont l'analyse n'a pu être faite.

» Ce sel, comme le précédent, décompose l'eau à 100°.

» *Action du carbonate de magnésium.* — Si l'on met en contact d'acétate chromeux humide une solution saturée d'hydrocarbonate de magnésium, dans l'eau chargée d'acide carbonique, il y a réaction avec formation d'un corps rouge brun qui décompose l'eau à l'ébullition. L'analyse n'a pu en être faite, car, en même temps que le sel double se précipite, il y a dépôt de carbonate de magnésium, dont nous n'avons pu encore obtenir la séparation d'une manière satisfaisante.

» Avec les carbonates alcalino-terreux, nous n'avons pu séparer de composés doubles.

» En résumé, le carbonate chromeux forme, avec le carbonate potassique, un sel double de couleur jaune en cristaux bien nets auquel l'analyse assigne la formule

$$(CO^3K^2, CO^3Cr)^2, 3H^2O,$$

et un sel double cristallisé de couleur rouge à formule indéterminée.

» Le carbonate de magnésium se combine au carbonate chromeux en donnant un composé rouge brun.

» Les carbonates alcalino-terreux sont sans action. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les états d'équilibre du système ternaire : plomb-étain-bismuth.* Note de M. GEORGES CHARPY, présentée par M. Henri Moissan.

« Au cours de recherches sur les alliages métalliques, j'ai examiné plus spécialement les alliages ternaires de plomb, d'étain et de bismuth. Ces trois métaux sont susceptibles de se mélanger en toutes proportions pour former, à une température convenable, un liquide homogène; ils ne forment ni composés définis, ni solutions solides ou mélanges isomorphes. Le système plomb-étain-bismuth correspond donc au cas le plus simple que puisse présenter, au point de vue des équilibres chimiques, un système de trois constituants, cas dans lequel il n'existe, pour employer la terminologie de Gibbs, qu'une seule phase liquide et trois phases solides.

» Pour déterminer les compositions de la phase liquide qui peuvent être en équilibre avec les différentes phases solides, c'est-à-dire, dans le cas actuel, avec les métaux purs à l'état solide, j'ai étudié la fusibilité d'alliages de compositions variées. Je rappellerai d'abord le procédé employé pour représenter graphiquement les résultats.

» Pour représenter la composition des alliages ternaires, on peut avoir recours au diagramme triangulaire de Thurston. Un point pris à l'intérieur d'un triangle équilatéral représente l'alliage ternaire qui contient des quantités des trois métaux proportionnelles aux distances de ce point aux trois côtés du triangle. Dans ce système, les sommets représentent les métaux purs; les points placés sur les côtés du triangle représentent les alliages binaires.

» Si, en chaque point du triangle, et perpendiculairement à son plan, l'on porte une longueur proportionnelle à la température où commence la solidification de l'alliage dont la composition est représentée par le point considéré, le lieu des extrémités de ces perpendiculaires est une surface qui correspond, pour les alliages ternaires, à ce qu'est la courbe de fusibilité pour les alliages binaires.

» J'ai construit cette surface pour le système plomb-étain-bismuth, au moyen de mesures qui ont porté sur cinquante-six alliages [1]. La figure ci-jointe représente la projection de cette surface.

» On détermine d'abord les courbes de fusibilité des alliages binaires qui sont les coupes de la surface par des plans perpendiculaires au plan du triangle et passant par les côtés de ce triangle; ces courbes présentent toutes trois la même forme; chacune d'elles comprend deux branches de courbe qui partent des points de fusion des métaux purs et se coupent en un point qui correspond à l'alliage eutectique. Les points représentatifs de ces trois alliages eutectiques binaires sont marqués en E, E', E''.

» Le point E correspond à l'alliage eutectique de plomb et de bismuth qui contient 45 pour 100 de plomb, 55 pour 100 de bismuth et fond à 127°.

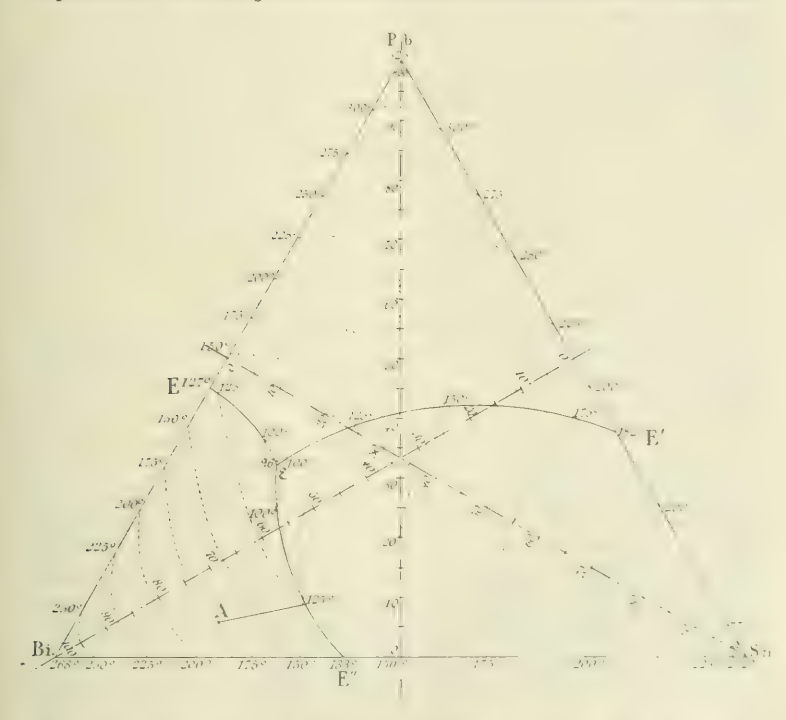
» Le point E' correspond à l'alliage eutectique de plomb et d'étain qui contient 37,5 pour 100 de plomb, 67,5 pour 100 d'étain et fond à 182°.

» Le point E'' correspond à l'alliage eutectique de bismuth et d'étain, qui contient 58,5 pour 100 de bismuth, 41,5 pour 100 d'étain et fond à 133°.

» On détermine ensuite les températures de solidification d'une série

(1) Le détail de ces mesures sera donné dans un Mémoire ultérieur.

d'alliages dont les points représentatifs sont placés sur une même droite; chacune de ces séries donne une coupe plane de la surface; la connaissance de ces coupes permet de construire par points (par interpolation graphique) les isothermes de la surface, c'est-à-dire les lieux des points représentatifs des alliages dont la solidification commence à la même tem-



pérature. Ces isothermes sont marquées sur la figure, de 25° en 25°, en traits pointillés. On connaît ainsi la forme de la surface qui, ainsi qu'on le voit, se compose de trois nappes se coupant suivant les lignes Eε, E′ε, E″ε. Le point ε correspond à l'alliage le plus fusible de la série ou alliage eutectique ternaire; cet alliage contient environ 32 pour 100 de plomb, **16 pour 100 d'étain et 52 pour 100 de bismuth; il fond à 96°.**

» D'après les théories admises sur la solidification des mélanges, cha-

cune des nappes de la surface de fusibilité comprend les points représentatifs de tous les alliages qui, à l'état liquide, peuvent exister, à une température convenable, en équilibre avec l'un ou l'autre des métaux à l'état solide. Les alliages dont la composition est représentée par des points situés sur la nappe *Pb* E ε E′ peuvent être, à l'état liquide, en équilibre avec le plomb solide; au commencement de leur solidification, ils laisseront déposer des cristallites de plomb. De même, les alliages dont les points représentatifs sont situés sur les nappes *Bi* E ε E″ et *Sn* E′ ε E″ peuvent être, à l'état liquide, en équilibre respectivement avec le bismuth et l'étain solides.

» Les alliages dont les points représentatifs sont situés sur la ligne E′ε peuvent être, à l'état liquide, en équilibre à la fois avec le plomb et l'étain solides; au commencement de leur solidification, ils laisseront déposer, à la fois, ces deux métaux; de même les alliages dont les points représentatifs sont situés sur les lignes Eε ou E″ε pourront être en équilibre soit avec le plomb et le bismuth, soit avec l'étain et le bismuth.

» Enfin, l'alliage eutectique ternaire, correspondant au point ε, pourra être, à l'état liquide, à la température de 96°, en équilibre avec le plomb, le bismuth et l'étain solides; en se solidifiant, il laissera déposer simultanément ces trois métaux.

» L'étude du refroidissement d'un alliage préalablement amené à l'état liquide permet une première vérification de ces considérations.

» Considérons l'alliage dont le point représentatif est situé en A sur la nappe *Bi* E ε E″. Laissons-le refroidir à partir de 250°, en notant la température à intervalles réguliers. La courbe qui représente la variation de température en fonction du temps présente une forme parfaitement continue tant que l'alliage est liquide. Au moment où une partie commence à se séparer, la courbe présente un point anguleux et prend une nouvelle direction. S'il se sépare alors du bismuth pur, le point représentatif de la composition de la partie liquide se déplacera sur la droite *Bi* A, puisque les proportions relatives de plomb et d'étain ne changent pas. Le point représentatif arrive ainsi sur la ligne E″ε; à ce moment (la température étant ici de 125°), l'alliage laisse déposer à la fois du bismuth et de l'étain et le point représentatif se déplace sur la ligne E″ε; on observe en effet, dans la courbe de refroidissement, un deuxième point anguleux à la température de 125°. Enfin, le point représentatif arrivant en ε, l'alliage laisse déposer simultanément les trois métaux et la solidification s'achève à température constante. On observe en effet, dans la courbe de refroidissement,

une partie horizontale, à 96°, et qui se retrouve pour tous les alliages de plomb, d'étain et de bismuth, à la même température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la diméthylpipérazine et quelques combinaisons phénoliques de cette base.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, nous avons montré que la pipérazine, ou hexahydro-γ-diazine, réagit sur les carbonates phénoliques en donnant des diuréthanes aromatiques de la forme [1]

$$\begin{array}{ccccc} & & CH^2 - CH^2 & & \\ & Az & & Az & \\ CO & & CH^2 - CH^2 & & CO \\ & OR & & RO & \end{array}$$

» Vraisemblablement, la diméthylpipérazine, à laquelle on attribue la formule

$$\begin{array}{ccc} & CH - CH^3 \quad CH^2 & \\ AzH & & AzH, \\ & CH^2 \quad\quad CH - CH^3 & \end{array}$$

devait se comporter de même en présence des éthers carboniques des phénols.

» Il n'en est rien.

» Chauffée au sein de l'alcool à 93°, molécule à molécule, dans les mêmes conditions que la pipérazine, la diméthylpipérazine dégage de l'acide carbonique aux dépens des carbonates phénoliques et l'on obtient finalement, au lieu d'uréthanes, des combinaisons diphénoliques de la base correspondant à la formule générale.

$$\begin{array}{ccc} & CH - CH^3 \quad CH^2 & \\ R.OH.AzH & & AzH.R.OH. \\ & CH^2 \quad\quad CH - CH^3 & \end{array}$$

---

(1) *Comptes rendus*, février 1898.

» Nous avons obtenu ainsi les diphénate, digaïacolate, dinaphtolates α et β de diméthylpipérazine.

» *a. Diphénate de diméthylpipérazine.* — Ce composé a été obtenu en chauffant molécule à molécule, au sein de l'alcool à 93°, la diméthylpipérazine et le carbonate de phénol. Au bout de trois quarts d'heure le dégagement d'acide carbonique a cessé. En concentrant le liquide alcoolique au $\frac{1}{3}$, on obtient, par refroidissement, une masse cristalline en cristaux durs, volumineux, correspondant, à l'analyse, très exactement à un diphénate.

» Ces cristaux sont à deux axes, sans que nous ayons pu déterminer encore s'ils sont monocliniques ou tricliniques.

» Ils fondent à 86°. Ils ont une saveur brûlante de phénol et se dissolvent dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, la nitrobenzine, la glycérine.

» Le phénol est mis en liberté par les acides.

» *b. Digaïacolate de diméthylpipérazine.* — En chauffant molécule à molécule le carbonate de gaïacol et la diméthylpipérazine, au sein de l'alcool à 93°, on obtient un dégagement régulier d'acide carbonique comme précédemment. Il se forme du digaïacolate de la base.

» On concentre au bain-marie au $\frac{1}{3}$ la solution alcoolique. Par refroidissement, le liquide, qui a fortement rougi, se prend en masse. On lave à l'éther froid, puis on fait cristalliser l'éther à 65° bouillant.

» On obtient de fines aiguilles, légères comme le chlorhydrate de morphine, correspondant au digaïacolate de la base, fondant à 66°-67°, solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme et la benzine. Il est facilement décomposable par les acides.

» *c. Dinaphtolate α de la diméthylpipérazine.* — Dans les mêmes conditions que précédemment, on obtient avec le carbonate de naphtol α et la diméthylpipérazine un dinaphtolate α de la base.

» Ce corps, cristallisé plusieurs fois dans l'alcool à 93°, est difficile à obtenir blanc. Il fond à 147°; il est soluble dans l'eau à chaud, plus soluble dans l'alcool, le chloroforme, la nitrobenzine, peu soluble dans l'éther et la benzine.

» *d. Dinaphtolate β de la diméthylpipérazine.* — Avec le carbonate de naphtol β, on obtient un dinaphtolate de la base, comme dans l'opération précédente.

» Ce corps, beaucoup plus soluble dans l'alcool que le dérivé α, cristallise bien dans l'éther. On peut l'obtenir ainsi presque blanc. Il fond à 93°. Il se dissout dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine et la nitrobenzine.

» Ces dinaphtolates sont décomposables par les acides comme les autres combinaisons phénoliques.

» *e.* Ces combinaisons peuvent s'effectuer, sans aucun doute, par action directe des phénols sur la base, soit au sein de l'alcool, soit au sein de l'éther. Le mode d'obtention précédent par action de la base sur les carbonates phénoliques n'est assurément pas le mode de préparation préférable. Cherchant à réaliser la préparation des uréthanes de la diméthylpipérazine, nous avons été amenés à la préparation de dérivés imprévus dans les conditions où nous nous étions placés.

» Cette action saponifiante de la diméthylpipérazine, due d'ailleurs à sa

grande énergie chimique, nous donne à penser qu'elle a peut-être une constitution différente de celle admise, qu'elle n'est pas une base secondaire cyclique, avec 2AzH dans le noyau, autrement dit qu'elle n'est pas le dérivé substitué diméthylé de la pipérazine.

» L'action négative des iodures alcooliques, l'absence de formation d'uréthanes que donnent, au contraire, la pipéridine, la conicine, la pipérazine et, nous le verrons bientôt, la tétrahydroquinoléine, sont autant de raisons probantes pour douter de la constitution généralement donnée à cette base, avec des AzH en chaîne fermée.

» Cette base importante, en raison de son introduction récente en Thérapeutique (lycétol ou tartrate de diméthylpipérazine), mérite de nouvelles études pour éclairer sa nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleurs de neutralisation de l'acide phénylphosphorique.* Note de M. G. **Belugou** [1], présentée par M. Friedel.

« Pour continuer l'étude des chaleurs de neutralisation des éthers phosphoriques, j'ai opéré sur une solution d'acide monophénylphosphorique pur qu'on peut préparer ainsi qu'il suit :

» Le produit de la réaction de l'anhydride phosphorique sur le phénol est dissous dans l'eau et lavé à l'éther pour enlever l'acide diphénylphosphorique. La solution aqueuse est ensuite traitée par l'acétate de plomb. Des précipitations fractionnées par ce réactif permettent de séparer l'acide phosphorique, qui est précipité le premier.

» Le monophénylphosphate de plomb, qui se forme ensuite, est mis en suspension dans l'eau et décomposé par l'hydrogène sulfuré. En ajoutant par petites portions le sel dans un volume déterminé d'eau, on peut, par simple acidimétrie, après avoir chassé l'hydrogène sulfuré par un gaz inerte et par le vide, déterminer de loin en loin la richesse de la solution. Lorsque celle-ci contient une molécule d'acide phénylphosphorique pour 6^{lit}, on procède à la neutralisation, et l'on a

	Cal
$PO^4(C^6H^5)H^2$ diss. + NaOH diss. = $PO^4(C^6H^5)NaH$ diss. + H^2O..	+14,6
$PO^4(C^6H^5)NaH$ diss. + NaOH diss. = $PO^4(C^6H^5)Na^2$ diss. + H^2O..	13,8
$PO^4(C^6H^5)H^2$ diss. + 2NaOH diss. = $PO^4(C^6H^5)Na^2$ diss. + $2H^2O$	+28,7

(1) Travail fait au laboratoire de Recherches chimiques de l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier.

le dernier chiffre confirme le total trouvé dans les deux premières expériences, qui est $+28^{Cal},4$.

» Si l'on rapproche ces résultats de ceux qui ont été obtenus d'abord par M. Cavalier, avec les acides éthyl- et méthylphosphoriques ([1]), et par moi-même avec les acides glycéro- et éthylphosphoriques ([2]), on voit que les deux fonctions acide fort et acide faible de l'acide phosphorique persistent, quelles que soient d'ailleurs les fonctions particulières existant dans l'alcool éthérifié (je ne crois pas devoir donner les résultats que j'ai obtenus avec l'acide méthylphosphorique en même temps que M. Cavalier, puisqu'ils confirment pleinement le travail de celui-ci).

» L'acide phénylphosphorique se conduit d'ailleurs, au méthylorange et à la phtaléine, comme l'acide phosphorique et ses monoéthers.

» Lorsqu'on fait agir l'anhydride phosphorique sur un alcool ou sur le phénol, on obtient, en général, une partie liquide sirupeuse et une partie solide. Cette dernière, comme on peut s'en assurer par son action sur l'albumine, est de l'acide métaphosphorique. Si l'on dissout dans l'eau un poids donné de la partie sirupeuse et qu'on détermine l'acidité de ce liquide, d'abord à l'hélianthine, puis à la phtaléine, on constate que la quantité de soude exigée pour la neutralisation à l'hélianthine est supérieure à celle qui est nécessaire pour aller de cette dernière réaction à la neutralisation à la phtaléine. Cette différence ne peut être due qu'à l'action de l'acide métaphosphorique ou du diéther formé. Or je me suis assuré, par la réaction à l'albumine, que le liquide ne contenait pas trace d'acide méta, et, d'autre part, si l'on y ajoute des traces de cet acide en présence d'albumine, on coagule nettement cette dernière. Il résulte de là que l'acidité plus considérable à l'hélianthine ne peut être attribuée qu'au diéther formé et, par suite, celui-ci est neutralisé par la même quantité d'alcali aux deux réactifs. Cette observation a quelque importance, car elle confirme nos prévisions sur le rôle des diéthers et la dernière Note communiquée à l'Académie par M. Cavalier ([3]).

» J'ai ainsi généralisé les résultats que M. H. Imbert et moi avions obtenus avec l'acide glycérophosphorique. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1275, et 18 avril 1898.

([2]) *Comptes rendus*, 13 décembre 1897 et 18 avril 1898.

([3]) *Comptes rendus*, 25 avril 1898.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés halogénés de l'éthylphénylcétone.* Note de M. A. Collet, présentée par M. Friedel.

« Les dérivés halogénés de l'éthylphénylcétone décrits dans cette Note ont été obtenus par l'action des chlorures de propionyle et d'α-bromopropionyle sur le benzène monochloré ou monobromé en présence d'$AlCl^3$. L'opération est conduite de la même manière que dans le cas des dérivés halogénés de la méthylphénylcétone (*Comptes rendus*, t. CXXV; p. 717; 1897).

» I. Éthyl-p.-chlorophénylcétone $C^2H^5.CO.C^6H^4.Cl$. — On a fait réagir 20gr de chlorure de propionyle, 24gr de chlorure de phényle et environ 15gr de chlorure d'aluminium. Le produit de la réaction, cristallisé deux fois dans l'alcool bouillant, a donné à l'analyse : matière 0,239; AgCl 0,209 : d'où, en centièmes, Cl 21,58; calculé 21,06.

» L'*éthylphénylcétone monochlorée* est en petits cristaux incolores, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles vers 35°-36°. Chauffée au bain-marie avec la quantité théorique de permanganate de potasse en solution alcaline, elle donne un acide chloré, sublimable en lamelles brillantes fusibles à 236°; c'est le point de fusion de l'acide p.-chlorobenzoïque. La cétone chlorée précédente appartient donc à la série para.

» L'*oxime* $C^2H^5C(AzOH)C^6H^4Cl$ a été obtenue en chauffant au bain-marie, pendant deux heures environ, une solution alcoolique renfermant 1gr de cétone chlorée, 2gr de chlorhydrate d'hydroxylamine préalablement neutralisé par 1gr,5 de carbonate de sodium. On distille ensuite la plus grande partie de l'alcool, puis le résidu est versé dans un excès d'eau froide. Il se sépare un dépôt blanc, pâteux, qu'on redissout dans l'alcool à 80°; par refroidissement, il se dépose des lamelles nacrées, incolores, fusibles à 62°-62°,5. L'analyse montre que ce corps est bien l'éthyl-p.-chlorophénylcétoxime : matière 0,367, volume gazeux 24cc,2 mesurés à 17° sous 747mm; soit, en centièmes, Az = 7,52; calculé 7,62.

» L'*hydrazone* $C^2H^5C(Az.AzHC^6H^5)C^6H^4Cl$ se prépare sans difficulté en chauffant au bain-marie molécules égales de cétone chlorée et de phénylhydrazine. Le mélange se prend par refroidissement en une masse cristalline jaunâtre que l'on purifie par des cristallisations dans la ligroïne. L'hydrazone est en aiguilles incolores, fusibles vers 94°-96°, solubles dans l'alcool, peu solubles à froid dans la ligroïne. Dosage de l'azote : matière 0,315, volume gazeux 30cc mesurés à 18° sous 735mm; soit, en centièmes, Az = 10,63; calculé 10,83.

» II. Éthyl-p.-bromophénylcétone $C^2H^5COC^6H^4Br$. — On a employé 20gr de chlorure de propionyle, 34gr de benzène bromé et 20gr environ de $AlCl^3$. Le dosage du brome dans le produit de la réaction a conduit aux résultats suivants : matière, 0,315; AgBr, 0,278. D'où l'on déduit : Br, 37,50; calculé, 37,55.

» L'éthylphénylcétone-p.-bromée est en longues et belles aiguilles incolores, brillantes, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles à 44°-45°. Le permanganate de potasse alcalin l'oxyde à la température du bain-marie, en donnant de l'acide p-bromobenzoïque fusible à 251° après sublimation.

» L'*éthyl-p.-bromophénylcétoxime* $C^2H^5C(AzOH)C^6H^4Br$ est en fines aiguilles incolores, solubles dans l'alcool, fusibles vers 90°-91°. Le dosage de l'azote dans cette matière a donné les résultats suivants : matière 0,367, volume gazeux 19^{cc} mesurés à 14° sous 750^{mm}; soit, en centièmes, $Az = 6,01$; calculé 6,14.

» L'*hydrazone* $C^2H^5C(Az.AzHC^6H^5)C^6H^4Br$, cristallisée dans la ligroïne, est en aiguilles incolores, fusibles vers 99°-101°, solubles dans l'alcool. Dosage de l'azote : matière 0,420, volume gazeux 34^{cc} mesurés à 15° sous 747^{mm}; d'où l'on déduit : Az pour $100 = 9,30$; calculé 9,24.

» III. Brométhyl-p.-chlorophénylcétone $CH^3CHBr\underset{(1)}{CO}C^6\underset{(4)}{H^4}Cl$. — On a pris 25^{gr} de chlorure d'α-bromopropionyle, 16^{gr} de benzène chloré et 20^{gr} environ de $AlCl^3$; on a obtenu 18^{gr} de produit cristallisé deux fois dans l'alcool bouillant. Le dosage du chlore et du brome a donné les résultats suivants : matière 0,292; AgCl et AgBr 0,395; soit, en centièmes, $Cl + Br$ 47,13; calculé 46,66.

» Cette éthylphénylcétone chlorobromée est en cristaux incolores, brillants, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles à 77°,5. L'oxydation par le permanganate de potasse en solution alcaline, à la température du bain-marie, a donné de l'acide p.-chlorobenzoïque fusible à 236°.

» *Éthyl-p-chlorophénylcétone-anilide* $CH^3CH(AzHC^6H^5)COC^6H^4Cl$. — Un mélange de cétone chlorobromée (1 mol.) et d'aniline (2 mol.) en solution alcoolique, abandonné à lui-même, à la température ordinaire, laisse déposer au bout de quelques heures de jolies aiguilles jaunes, fusibles vers 111°-111°,5 et possédant la composition d'une éthylphénylcétone-anilide chlorée. Dosage de l'azote : matière 0,417, volume gazeux 20^{cc} mesurés à 16° sous $737^{mm},5$; d'où l'on déduit, en centièmes, $Az = 5,42$; calculé 5,39.

» IV. Brométhyl-p.-bromophénylcétone $CH^3CHBr\underset{(1)}{CO}C^6\underset{(4)}{H^4}Br$. — On a employé 29^{gr} de chlorure d'α-bromopropionyle, 25^{gr} de benzène monobromé et 20^{gr} environ de $AlCl^3$. Le rendement en cétone dibromée est de 23^{gr}. Dosage du brome : matière 0,245, AgBr 0,314; soit, en centièmes : $Br = 54,46$; calculé 54,79.

» L'éthylphénylcétone dibromée est en lamelles incolores, brillantes, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles à 84°-84°,5. Ses vapeurs irritent vivement les yeux; il en est de même des vapeurs de la cétone précédente bromée également dans le radical gras (CH^3CH^2). Soumise à l'action oxydante du permanganate de potasse en solution alcaline, à 100°, elle donne de l'acide p.-bromobenzoïque fusible à 251°.

» L'action de l'aniline (2 mol.) sur une solution alcoolique de cétone dibromée (1 mol.), à la température ordinaire, a donné une anilide, en écailles jaunâtres, brillantes, solubles dans l'alcool, fusibles vers 109°,5-110°. Le dosage de l'azote montre que le corps ainsi obtenu est bien l'*éthyl-p.-bromophénylcétone-anilide*

$$CH^3CH(AzHC^6H^5)COC^6H^4Br.$$

Matière 0,442, volume gazeux $18^{cc},3$ mesurés à 19° sous 737^{mm}; soit, en centièmes. Az = 4,70; calculé, 4,60. »

ZOOLOGIE. — *De la solipédisation des Équidés dans les temps actuels.* Note de M. G. Joly, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le professeur Albert Gaudry a montré que le solipède était « le type » le plus parfait de la locomotion rapide sur la terre ferme » et que ce type s'était lentement constitué, à travers la longue série des âges qui séparent l'époque tertiaire de nos temps actuels.

» L'évolution du type se continue de nos jours avec une grande netteté et particulièrement sur les sujets destinés, dès leur naissance, aux courses de vitesse, pour lesquelles ils sont sélectionnés sans cesse par les soins de l'homme et préparés méthodiquement dès leur plus jeune âge.

» Les modifications les plus évidentes de la solipédisation des Équidés dans les temps actuels se constatent sur les métacarpes et les tarses.

» *Unification progressive des métacarpes.* — Les métacarpiens du cheval quaternaire de Solutré comprenaient trois os, un principal et deux rudimentaires, toujours reliés entre eux par un ligament fibreux.

» Sous l'influence des tiraillements répétés, occasionnés par le travail imposé au cheval domestique, le ligament intermétacarpien s'est ossifié sur quelques vieux sujets d'abord, puis sur tous les chevaux d'un âge très avancé.

» A mesure que le travail en mode de vitesse s'est montré plus exigeant et plus précoce, l'ossification intermétacarpienne est devenue progressivement plus hâtive. En 1870, elle n'apparaissait encore qu'entre six et sept ans. Aujourd'hui, elle n'est pas rare sur les chevaux de cinq ans, de quatre, de trois et même de deux ans.

» Et l'*unification* des trois métacarpiens se complète progressivement sur les adultes.

» *Simplification du tarse.*— Dès l'époque quaternaire, le petit cheval de Solutré, comme les Hipparions de Pikermi (A. Gaudry), présente un tarse formé de six os, dont deux cunéiformes.

» Pourtant, les premiers anatomistes vétérinaires, qui étudient des chevaux domestiques, décrivent sept os tarsiens dont trois cunéiformes chez la majorité des chevaux européens de 1700.

» Progressivement, et à mesure que le cheval domestique se transforme

par l'infusion générale du sang arabe et de ses dérivés, les anatomistes vétérinaires voient le nombre des os du jarret du cheval diminuer.

» Actuellement, l'effectif de l'École de cavalerie fournit les résultats suivants :

7 os tarsiens sur 2 pour 100
6 os tarsiens sur 86 »
5 os tarsiens sur 12 »

Cette dernière simplification, due, dans les trois quarts des cas, à l'unification complète des cunéiformes, est un progrès tout récent dans la solipédisation de plus en plus complète des Équidés de l'époque actuelle.

» *Soudures métacarpiennes normales et pathologiques.* — Sous le nom de *suros*, les vétérinaires étudient et traitent une inflammation pathologique des tissus intermétacarpiens, s'accompagnant de boiterie et déterminant une ossification exubérante du ligament lésé.

» Des rapports de toute nature existent entre les suros et l'ossification normale du ligament intermétacarpien.

» Ces rapports de siège, de succession, d'évolution, de fréquence, de causalité, de finalité, etc., établissent entre le processus pathologique et le processus paléontologique des liens si intimes, qu'il est souvent très difficile de différencier leur influence réciproque.

» Le *suros* n'est qu'une hypertrophie pathologique de l'ossification intermétacarpienne devenue normale chez les Équidés de l'époque actuelle.

» *Soudures tarsiennes normales et pathologiques.* — Sous les noms d'*éparvin*, les vétérinaires étudient et traitent une ostéo-arthrite de l'articulation du tarse se compliquant parfois d'exostose.

» Le résultat *constant* de cette inflammation pathologique est une ankylose des os de la base du tarse, ayant des rapports nombreux et intimes avec les soudures congénitales qui ont réduit le nombre des os tarsiens.

» Ces soudures congénitales et pathologiques ont en effet des analogies de forme et de situation allant jusqu'à la confusion possible. Leur juxtaposition est fréquente. Leur fréquence relative est en concordance marquée dans certains milieux, sur certaines races et particulièrement chez les sujets issus plus ou moins directement du pur-sang anglais. Il est impossible de nier leur parenté.

» L'éparvin étant une tare vraiment périlleuse pour la conservation de l'espèce, l'homme doit intervenir pour combattre l'hérédité de ces soudures acquises par évolution normale ou altération pathologique.

» C'est peut-être par ces soudures osseuses de l'appareil locomoteur que

le cheval qui court le mieux aujourd'hui ne pourra plus, dans un avenir encore très éloigné, conserver cette supériorité et confirmera une fois de plus la loi d'Albert Gaudry en laissant sa place à un type moins étroitement spécialisé : l'épuisement d'un type est, en général, d'autant plus complet que son épanouissement a été plus magnifique.... »

BOTANIQUE. — *Sur l'*Acinetospora pusilla *et la sexualité des Tiloptéridées.* Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par M. Guignard.

« On sait que les Tiloptéridées présentent ce fait, exceptionnel parmi les Phéosporées, de posséder des sporanges monosporés, que l'on appelle généralement des *oogones*.

» En 1878, M. Bornet fit connaître une Tiloptéridée méditerranéenne, l'*Haplospora Vidovichii*, en montrant que ses sporanges uniloculaires sont monosporés comme ceux du *Tilopteris* et de l'*Haplospora*, et non remplis de zoospores comme ceux des *Ectocarpus*. Mais, en 1894, M. Kuckuck a observé chez cette plante, en outre des monosporanges, de vrais sporanges uniloculaires à zoospores, organes inconnus jusqu'alors chez les Tiloptéridées ; ce caractère l'a conduit à créer pour elle le genre *Heterospora*.

» L'ancien *Ectocarpus pusillus*, appelé maintenant *Acinetospora pusilla*, doit aussi être rangé parmi les Tiloptéridées, et il devient la plante du groupe la plus riche en organes reproducteurs. J'ai trouvé à Guéthary ses sporanges uniloculaires, connus jusqu'à présent par une observation unique de M. Bornet, faite sur des exemplaires conservés dans l'alcool. Ils renferment des éléments qui, comme ceux des sporanges pluriloculaires, présentent tous les intermédiaires entre l'état aplanospore et l'état zoospore, ont approximativement les mêmes dimensions, possèdent aussi plusieurs chromatophores, sont également dépourvus de point rouge et, comme eux, germent sans fécondation. En avril dernier et au commencement de mai, j'ai récolté de nombreuses touffes de cette plante sur lesquelles, en outre des sporanges pluriloculaires et uniloculaires, mais en bien plus grande abondance, se trouvent des monosporanges qui lui donnent son caractère de Tiloptéridée. Ces monosporanges ont la même disposition et la même forme que dans l'*Heterospora Vidovichii*, et celui-ci, par raison de priorité, doit désormais s'appeler *Acinetospora Vidovichii*, bien que les sporanges pluriloculaires lui manquent encore pour que le parallélisme soit complet.

» La monospore de l'*A. pusilla* renferme un seul noyau; elle a bien la structure vacuolaire signalée par M. Reinke, et retrouvée par d'autres auteurs, chez la monospore des Tiloptéridées, que l'on s'accorde à considérer comme une oosphère. Cependant, c'est un organe de multiplication végétative, un propagule, et son caractère asexué entraîne la même conséquence pour les autres Tiloptéridées.

» En effet, avant même de sortir du sporange, la monospore est constamment pourvue d'une membrane entière, mince, mais très nette, supprimant toute possibilité de fécondation, exactement comme celle de l'*A. Vidovichii*. De plus, ses dimensions sont plus variables qu'elles ne le sont habituellement chez des oosphères ou même des spores; j'en ai mesuré, par exemple, au moment de la déhiscence, de 76μ sur 44, 60μ sur 50, 60μ sur 37, 36μ sur 27. Enfin, elles germent sans fécondation; leur germination est facile et rapide, et j'ai obtenu un grand nombre de plantules qui, après trois semaines de culture, ont produit de nouveaux monosporanges semblables aux premiers; les monospores obtenues dans les cultures germent à leur tour.

» L'affirmation de la non-sexualité de la monospore étonnera sans doute, car tous les livres classiques de Biologie générale ou de Botanique citent les Tiloptéridées parmi les plantes présentant une différenciation sexuelle bien caractérisée. On pourra objecter que ce n'est là qu'une apparence, due, pour l'*Acinetospora*, à l'absence d'éléments mâles, un cas d'apogamie comparable à ceux bien connus chez d'autres végétaux, les Characées ou les Fougères par exemple. Mais la question est singulièrement plus compliquée quand il s'agit des Phéosporées, et l'apogamie ou la parthénogénèse ont déjà été invoquées pour expliquer la germination des zoospores des sporanges pluriloculaires. D'ailleurs, malgré les recherches réitérées des auteurs, la fécondation n'a été jusqu'à présent observée chez aucune Tiloptéridée, et cependant les prétendues oosphères germent constamment [1].

» On a bien remarqué, il est vrai, que les monospores des Tiloptéridées, plus anciennement connues, sont tantôt uninucléées, tantôt polynucléées, et l'on a cherché à en conclure que les premières sont des oosphères, les secondes, de vraies spores; il est probable que cette différence tient plutôt à une germination plus ou moins rapide de la monospore. Une obser-

---

[1] C. Sauvageau, *Remarques sur la reproduction des Phéosphorées et, en particulier, des* Ectocarpus (*Ann. Sc. nat.*, 8e série, t. II; 1896).

vation récente de M. Brebner à ce sujet prouve définitivement que le *Scaphospora* est la même plante que l'*Haplospora*, comme on le supposait déjà, mais ne nous apprend rien sur la sexualité de la monospore. Je ferai d'aileurs remarquer que la structure particulière de la monospore des Tiloptéridées correspond beaucoup mieux à celle d'une cellule végétative qu'à celle d'un œuf; elle n'est comparable ni à l'oosphère des *Fucus*, ni à l'oosphère des *Cutleria*, et, si l'on supposait une cellule végétative de Tiloptéridée dans laquelle le protoplasma plus abondant serait réparti suivant des lames plus nombreuses, on obtiendrait une structure reproduisant celle de la monospore; aussi M. Kuckuck a-t-il constaté la même structure dans la propagule du *Choristocarpus* et dans celle des *Sphacelaria tribuloides* et *Plumula*. Par ses propagules, le *Choristocarpus* est intermédiaire entre les Tiloptéridées et les Sphacélariacées: c'est, sous ce rapport, une forme de passage (bien qu'un peu forcée) entre les deux groupes; mais je ferai voir, dans une prochaine Note, que les *Sphacelaria* ont d'autres points communs avec le *Tilopteris*.

» Aussi longtemps que les Tiloptéridées ont montré deux sortes d'organes reproducteurs, anthéridies et monosporanges, on pouvait supposer, avec Thuret, que ceux-ci sont des organes femelles; mais il semble actuellement plus naturel de chercher ces derniers parmi les sporanges uniloculaires ou pluriloculaires. Malheureusement, chez les Tiloptéridées qui possèdent des anthéridies, on n'a pas trouvé, jusqu'à présent, les sporanges uniloculaires ou pluriloculaires, et réciproquement; aussi les anthéridies des *Tilopteris* et de l'*Haplospora* sont-ils des organes dont le rôle est, pour le moment, problématique. Quoi qu'il en soit, comme on connaît des anthéridies, construites, il est vrai, sur un type différent, chez les *Ectocarpus secundus*, *Lebelii* et *Padinæ*, les Tiloptéridées ne peuvent plus constituer avec les Cutlériacées un groupe spécial opposé à l'ensemble des autres Phéosporées, ainsi qu'on l'admet souvent, mais elles doivent être placées au voisinage immédiat des Ectocarpacées, car leur appareil végétatif les en rapproche beaucoup. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation d'une plante verte, le Nostoc punctiforme, à l'obscurité absolue*. Note de M. **R. Bouilhac**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« J'ai montré récemment qu'une Algue, le Nostoc punctiforme, semée dans une solution nutritive minérale, en présence de bactéries fixatrices

d'azote, se développait normalement en décomposant l'acide carbonique aérien; toutefois, il est indispensable que la culture soit régulièrement éclairée.

» Faiblement éclairé, le Nostoc perd, en effet, la propriété de végéter dans une telle solution; mais alors, bien qu'elle reste exposée à une lumière insuffisante, cette plante retrouvera les moyens de se développer si, à la même solution nutritive, on ajoute une matière organique telle que le glucose.

» Cette Algue, le Nostoc, peut donc vivre comme une plante à chlorophylle en décomposant l'acide carbonique aérien, et aussi comme un Cryptogame en assimilant une matière organique.

» Dès lors, la question se pose de savoir si, à l'obscurité absolue, il est encore possible d'obtenir une culture de Nostoc punctiforme.

» *Expérience*. — Je prépare six matras de culture d'une capacité égale à 1^{lit} et, dans chacun d'eux, je verse $0^{lit},5$ de la solution minérale dont j'ai donné la composition, dans une Note précédente.

» Le n° 1, réservé comme témoin, est ensemencé tout de suite avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs d'azote.

» Avant d'ensemencer de la même manière les cinq autres matras, j'ai introduit dans la solution qu'ils contenaient $2^{gr},5$ de glucose, soit 5^{gr} de glucose par litre de solution.

» Dès la fin du mois d'octobre, ces six matras furent placés dans une boîte en bois dont la face supérieure avait été enlevée et remplacée par deux feuilles de papier noir très épais.

» Avant toutes choses, j'ai constaté qu'une plaque *Lumière*, introduite dans une caisse et laissée vingt-quatre heures, n'y était pas impressionnée, et j'en ai conclu que ma boîte tenait l'obscurité absolue.

» Mes matras furent alors placés dans la caisse, mais, par surcroît de précautions, j'ai rempli les intervalles avec du son desséché et j'ai ajouté assez de son pour que les tampons d'ouate qui bouchaient mes vases en fussent totalement recouverts.

» L'expérience ainsi disposée, j'ai porté cette caisse dans une serre contiguë au laboratoire à la fin du mois d'octobre dernier.

» En hiver, cette serre est chauffée, mais la température est variable.

» Au cours des mois de novembre et décembre, la température de la serre, qui oscillait autour de 20°, montait, par intervalles assez rares et toujours très courts, à 30°.

» J'observais que mes cultures tendaient à se développer seulement lorsque la température montait à 30°, alors qu'à la lumière le Nostoc végète parfaitement dès que le thermomètre marque 20°. Au commencement de janvier, quelques colonies de Nostoc s'étaient seulement développées dans mes vases.

» Dans le courant du même mois et pendant trois semaines consécutives, la serre a été chauffée à 30°.

» Après ce laps de temps, j'ai examiné mes cultures.

» Tous mes vases, sauf le témoin, étaient tapissés par une belle nappe verte de Nostoc qui s'était rapidement développée grâce à cette température élevée.

» J'ai alors enlevé le matras témoin et le matras n° 2 : les résultats suivants ont été consignés.

	Récolte de Nostoc pesée à l'état sec.
Matras n° 1 (témoin)	néant
» n° 2	0gr,025

» A partir du 25 janvier, pour des raisons particulières, la serre fut laissée à une température voisine de 20°. Mes cultures ne se sont plus développées.

» Au 1er mai j'ai mis fin à l'expérience, et voici les résultats que j'ai obtenus :

	Récoltes pesées à l'état sec.
Matras n° 3	0gr,024
n° 4	0gr,032
» nos 5 et 6	non pesées.

» De l'un de ces matras, j'ai extrait un échantillon des plantes que j'avais ainsi obtenues et l'ai soumis à l'examen de M. Bornet.

» M. Bornet, avec une extrême bienveillance dont je ne saurais trop le remercier ici, a bien voulu examiner ce Nostoc et me transmettre la Note suivante :

» La coloration du Nostoc cultivé à l'obscurité est beaucoup moins intense que celle des échantillons qui se développent à la lumière. La consistance de la masse est plus molle et plus muqueuse.

» L'étude au microscope fournit l'explication de ces différences. Au lieu d'être constituée presque en totalité par le Nostoc, la masse se compose d'un mélange de cette plante avec une bactérie dont les cellules sont plongées dans une gelée molle abondante.

» Les replis nombreux et serrés, pelotonnés en petits amas globuleux qui forment le trichonus du Nostoc, la grosseur de ses articles montrent que le Nostoc est punctiforme. Les articles d'un vert plus pâle que ceux des cultures éclairées, les trichonus, entourés d'une gaine un peu plus épaisse et moins ferme, et divisés en tronçons assez courts, entrecoupés çà et là d'articles décolorés, indiquent que la plante ne se développe pas avec sa vigueur accoutumée. Elle est vivante cependant, puisque les articles se divisent et que l'on trouve beaucoup de spores en germination.

» Abandonnée à l'air libre, la partie de l'échantillon non utilisée pour l'étude est morte après quelques jours, à la température d'une chambre non chauffée.

» Les plantes que j'ai obtenues formaient une nappe d'un beau vert pâle.

» Cette nappe se déchire très facilement quand on agite le vase.

» La matière verte, qui constitue le Nostoc cultivé à l'obscurité, est vraisemblablement une chlorophylle, puisque cette Algue décompose l'acide carbonique aérien; mais, sur ce sujet, pour être plus affirmatif, j'attendrai de connaître les résultats de l'analyse spectrale.

» Dès à présent il m'est possible de formuler la conclusion suivante :

» *Conclusion*. — Le Nostoc punctiforme est une plante verte qui peut se développer à l'obscurité absolue, si elle trouve à sa disposition une matière organique telle que le glucose. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le polymorphisme*. Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« On dit, généralement, qu'un corps est polymorphe quand il est susceptible de cristalliser, dans deux systèmes cristallins différents. Quoiqu'on ajoute immédiatement que les deux formes primitives sont peu différentes l'une de l'autre, cette définition, outre qu'elle a l'inconvénient d'être en contradiction avec la loi régissant le polymorphisme, a eu pour conséquence de faire admettre sans discussion ce principe, que deux cristaux d'un même corps, appartenant au même système cristallin, ont les mêmes éléments de symétrie. Pour déterminer la symétrie d'un corps cristallisé, on détermine la symétrie de ses différentes formes cristallines, et l'on attribue à ce corps et à tous ses cristaux la symétrie de la forme cristalline ayant la symétrie la moins élevée. Cette extension peut être exacte, mais elle peut être erronée, comme le montrent les exemples suivants :

» Le *nitrate de plomb*, qui est cubique, donne généralement des cristaux ayant pour éléments de symétrie $3A^2, 4L^3$, comme le montrent les formes cristallines, tétraèdre et dodécaèdre pentagonal, ainsi que les figures de corrosion : sur la face du tétraèdre, on obtient, en effet, des pyramides triangulaires indiquant l'existence d'un axe ternaire perpendiculaire à la face. Mais le plan perpendiculaire à cette face, et passant par une arête de la pyramide, n'est pas perpendiculaire sur l'arête du tétraèdre, ce qui indique l'absence de plan de symétrie.

» Mais si l'on fait évaporer lentement une dissolution de nitrate de plomb, de façon a obtenir de petits cristaux de 2^{mm} de côté en cinq ou six jours, ces cristaux présentent comme formes cristallines les faces du tétraèdre, du cube et d'un tétrahexaèdre. Suivant les conventions ordinaires, cette dernière forme devrait être considérée comme résultant de la juxtaposition des deux dodécaèdres pentagonaux; or si l'on fait naître les figures de corrosion sur les faces du tétraèdre, on obtient toujours des pyramides triangulaires régulières; mais, dans ce cas, le plan perpendiculaire à la

face du tétraèdre passant par une arête de la pyramide est perpendiculaire sur l'arête du tétraèdre; de même les figures de corrosion obtenues sur toutes les faces tangentes aux arêtes du tétraèdre possèdent un plan de symétrie coïncidant avec l'un de ceux du tétraèdre.

» Il faut donc bien admettre que ces cristaux ont pour éléments de symétrie $3A^2$, $4L^3$, $6P$. Je ferai remarquer que les deux sortes de cristaux ont, conformément à la théorie, même densité et, par suite, sensiblement même indice de réfraction, comme l'indique la loi de Gladstone.

» La *cuprite,* également cubique, est considérée comme hémisymétrique, parce que Miers a observé de beaux hémi-hexoctaèdres de cette substance. Or, à Chessy, on trouve des octaèdres, des rhombododécaèdres auxquels, par extension, on attribue les mêmes éléments de symétrie. Or sur la face du cube on obtient, comme figures de corrosion, des pyramides quadratiques régulières dont les sommets sont opposés aux côtés du cube, sur la face de l'octaèdre des pyramides triangulaires régulières dont les côtés sont parallèles aux arêtes de l'octaèdre, sur les faces b^1 des pyramides à base losangique, ayant deux plans de symétrie coïncidant avec ceux de la forme cristalline, etc. Il est donc bien certain que ces cristaux de Chessy possèdent des plans de symétrie; autrement dit, ils sont holoédriques.

» Le *chlorure de sodium* cristallise généralement en cubes et, sur certains, M. Gill a observé des figures de corrosion indiquant d'une façon certaine, comme M. Groth a bien voulu me le confirmer, une hémiédrie holoaxe. Or des cristaux de cette substance, obtenus par cristallisation lente et traités par l'alcool absolu, ont présenté des figures de corrosion de la plus grande netteté, démontrant l'existence de plans de symétrie, c'est-à-dire de l'holoédrie.

» Le *quartz,* comme je l'ai montré, est au moins dimorphe en ce sens que, le système réticulaire étant hexagonal, comme l'a établi M. Wyrouboff, ce sont tantôt les axes binaires de première espèce, tantôt ceux de seconde espèce qui se retrouvent dans l'édifice cristallin : les particules fondamentales de certains cristaux ont subi une rotation de 30° autour de l'axe sénaire relativement aux particules des autres cristaux; les propriétés optiques ne sont naturellement pas modifiées.

» Ces exemples suffisent à montrer que les conséquences relatives à la symétrie, tirées de l'étude d'un cristal d'une substance, ne peuvent, sans discussion, être étendues à tous les cristaux de cette substance, et que le polymorphisme doit être considéré comme une propriété possédée par les particules fondamentales de certains corps de se grouper de façon à donner naissance à des édifices cristallins n'ayant pas la même symétrie. L'observation nous apprend que, pour un corps déterminé, le système réticulaire reste le même; cependant, dans certains cas, quand l'appauvrissement en éléments de symétrie est poussé assez loin, les conditions d'équilibre ne peuvent être satisfaites que moyennant une légère déformation du système réticulaire. Une simple mesure d'angle suffit alors pour déceler le poly-

morphisme; c'est pourquoi ces cas sont bien connus, tandis que les cas normaux sont passés inaperçus.

» Il y aura peut-être lieu, d'ailleurs, de généraliser encore la définition du polymorphisme, malgré le sens étymologique du mot. Tout en restant groupées autour des mêmes éléments de symétrie, les particules fondamentales sont peut-être susceptibles, pour certains corps, d'avoir plusieurs positions d'équilibre. Il en résulterait des cristaux ayant même symétrie, mêmes formes cristallines, même densité, mais différents par leurs autres propriétés.

» Tel serait le cas de l'orthose, offrant deux variétés différant par l'orientation du plan des axes optiques. On passe de l'une des positions d'équilibre à l'autre par une élévation de température; mais, comme les deux états sont stables à la température ordinaire, les deux édifices cristallins, ayant même système réticulaire, peuvent se mélanger dans le même cristal, comme cela a été constaté. Il y a, d'ailleurs, une troisième position d'équilibre, dans laquelle le plan et l'axe de symétrie n'existent plus, disparition qui est accompagnée d'une légère déformation (16′ sur l'angle pg^1) du réseau. »

GÉOLOGIE. — *Examen d'un combustible minéral au moyen des rayons de Röntgen*. Note de M. **H. Couriot**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les rayons X fournissent un moyen instantané et sûr d'être fixé sur la pureté d'un combustible minéral.

» Le diamant et le bois étant perméables aux rayons, alors que la silice et les silicates ne sont pas traversés par ceux-ci, il y avait lieu de présumer que les combustibles minéraux laisseraient passer les rayons cathodiques, mais qu'en revanche les matières siliceuses, donnant naissance aux cendres dans la combustion, s'opposeraient au passage de ces rayons dans tous les points où elles se trouveraient groupées, formant un obstacle d'autant plus impénétrable qu'elles seraient plus abondantes.

» On constate immédiatement ce phénomène en soumettant un combustible quelconque aux rayons X devant un écran radioscopique. Dans les essais que j'ai faits sur l'anthracite, la houille, le lignite, la tourbe, le coke et les agglomérés, j'ai toujours vu apparaître, dans tous ses détails, la structure intime de la partie minérale du combustible : le moindre

fragment de schiste ou la barre la plus fine, invisibles à l'œil nu, se sont révélés aussitôt sur l'écran, soit par une tache noire, soit par une bande sombre au milieu de la partie éclairée par les rayons; enfin le passage de la houille pure à la houille schisteuse, puis au schiste proprement dit, peut se suivre, de proche en proche, accusant ainsi, à la fois, les variations intimes de composition et de pureté de la matière aux divers points considérés, ainsi que la puissance de la méthode d'investigation.

» Les agglomérés, vu le mélange de leurs éléments, affectent l'apparence d'un conglomérat; dans le coke on voit apparaître, sous la forme de taches noires, les grains de sulfure de fer provenant de la pyrite.

» Il n'est pas nécessaire, en raison de la grande perméabilité du charbon, de tailler les échantillons en blocs réguliers; les fragments grossiers que fournit, le plus souvent, le clivage naturel de la houille, suffisent amplement pour en apprécier la pureté. En un mot, la méthode que j'ai suivie, au lieu de donner une teneur moyenne en cendres des combustibles, comme le fait l'analyse chimique, fournit instantanément le squelette minéral de la substance charbonneuse, tout en conservant l'échantillon intact.

» Les radiographies que je soumets à l'Académie ont été obtenues avec une bobine de $0^{m},25$ d'étincelle, munie d'un interrupteur indépendant et au moyen d'un tube de Villard; le temps de pose a été de cinq minutes, les échantillons employés mesuraient de 3^{cm} à 5^{cm} d'épaisseur. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Régime du bassin artésien de l'Oued Rir' (Sud algérien) et moyens de mieux utiliser ses eaux d'irrigation.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. de Lapparent.

« Tout le monde connaît aujourd'hui de réputation le bassin artésien de l'Oued Rir', dans le Sahara constantinois, bassin dont de nombreux sondages ont révélé les richesses en eaux souterraines et qui assure, par les irrigations, la prospérité des oasis du même nom.

» J'ai décrit avec grand développement, dans mon *Hydrologie du Sahara algérien* [1], le gisement aquifère de l'Oued Rir', le régime de ses eaux jaillissantes, leur répartition sous forme d'artère allongée, leurs modes d'alimentation, leur écoulement souterrain, les facteurs de leur volume et de leur pression, etc. Entre autres questions, il en est une sur

---

[1] Imprimerie nationale, 1894 (Challamel, éditeur). — *Géologie du Sahara*, 1890.

laquelle je crois opportun de revenir, après une expérience qui a été poursuivie pendant trente-sept années (¹), c'est celle de la limitation des sondages, et je voudrais signaler, en outre, la possibilité de mieux utiliser souvent les eaux déjà fournies par les puits actuels.

» Autant je crois, disais-je en 1889, que le bassin de l'Oued Rir', *pris dans son ensemble,* est encore loin d'être arrivé à la limite du débit maximum dont il est capable, *si l'on dirige de préférence les recherches vers les parties vierges du bassin,* autant je reconnais que la limite est atteinte aujourd'hui dans plusieurs districts : par exemple, dans la plupart des oasis indigènes de la région centrale.

» Chaque année, depuis lors, nouvelle série de sondages; mais, rarement, comme je le recommandais, « à une certaine distance des oasis » existantes, dans des régions où l'artère artésienne n'a auparavant subi » aucune saignée, ainsi que mes amis et moi avons procédé exclusivement » dans nos créations agricoles de l'Oued Rir' ». Le plus souvent, les indigènes, après avoir étendu inconsidérément leurs plantations, s'aperçoivent que leurs irrigations sont devenues insuffisantes et demandent encore des puits dans des régions où il en existe déjà, et parfois à proximité (ainsi à 300^{m}, 200^{m} même), comme si la nappe était inépuisable. N'était l'influence tutélaire de M. Jus, l'ingénieur faisant autorité qui, depuis 1856, dirige l'œuvre des sondages de l'Oued Rir', on eût été entraîné à des exagérations regrettables.

» Assurément, chaque campagne n'a cessé d'augmenter le volume des eaux disponibles : à ce jour, on n'évalue pas à moins de 350 000^{lit} par minute le débit total des puits jaillissants, français et indigènes, de l'Oued Rir'. Toutefois, je ne dirais plus que l'augmentation annuelle est « à peu » près proportionnelle au nombre de nouveaux puits forés ». En 1889, pour 127 puits tubés, le débit moyen par minute était de 1607^{lit}; aujourd'hui, pour 175 puits, il n'est que de 1363^{lit}. Même dans la région centrale, la mieux dotée, il s'est abaissé.

» Auparavant, les sondages ayant réagi sur les puits existants n'étaient que des exceptions. Maintenant on en cite davantage, qu'on se soit placé trop près ou trop en contre-bas (²). En avril dernier, comme j'étais dans

(¹) De juin 1856 à mai 1866, d'avril 1870 à juin 1870, d'avril 1874 à ce jour.

(²) En 1893, un puits de Tiguedidin a tari presque complètement à la suite d'un sondage à Djama, à 600^{m} et à 5^{m} en contre-bas. En 1897, le n° 1 d'El Kessour a baissé de moitié à la suite d'un sondage à 350^{m} (bien que l'orifice eût été relevé de 1^{m}).

l'Oued Rir', le sondage n° 5 d'Ourlana ([1]) a jailli en donnant 3000^{lit}, et aussitôt l'on prétendit qu'il avait fait baisser de plus de moitié le n° 2 de cette oasis, à 500^{m} environ ([2]); en réalité, celui-ci avait déjà fortement diminué par suite de dégradations. Après enquête, et sans me faire l'écho de certaines alarmes, je dirai que le moment est venu d'être circonspect.

» Mais, d'abord, est-il possible d'augmenter le volume des eaux d'irrigation sans recourir à de nouveaux sondages? Simplement en mieux utiutilisant les eaux déjà disponibles? Oui, dans beaucoup de cas. En raison de la nature généralement sableuse des terrains, il se perd par infiltration beaucoup d'eaux courantes, principalement le long des canaux amenant l'eau des puits aux rigoles d'arrosage secondaires et tertiaires, et surtout quand ils sont sur remblais ou passent près de fossés de drainage.

» Pour remédier à ce gaspillage, j'ai inauguré, depuis quelques années, dans l'Oued Rir', un système de canalisation qui constitue un réel progrès pour l'Hydraulique agricole des oasis sahariennes. Avec certaines argiles et marnes sableuses qui affleurent par place dans la région, j'ai réussi à faire fabriquer des caniveaux et des tuyaux en terre cuite. Ces caniveaux ont de 30^{cm} à 40^{cm} de diamètre; ajustés bout à bout, avec joints de recouvrement cimentés, ils donnent des conduits bien étanches. J'ai fait canaliser ainsi 4741^{m} dans les trois oasis créées par la *Société agricole du Sud algérien* (Ourir, Sidi-Yahia et Ayata), et nous avons récupéré plus de 4000^{lit} par minute (soit 25 pour 100 du débit). Notre exemple a déjà été suivi à Tougourt, et la même pratique pourra être généralisée : j'ai confiance que M. le Commandant supérieur Pujat y encouragera les indigènes.

» Un autre progrès serait de réemployer une partie des eaux qui, après avoir servi aux arrosages, s'écoulent dans les fossés de drainage et vont se perdre dans les chotts; bien que plus salées, elles pourraient souvent servir une seconde fois, et leur appoint serait utile, surtout en été. On y arriverait en maint endroit, soit en les dirigeant vers des terrains situés en contre-bas, soit en les reprenant au moyen d'instruments élévatoires.

» Grâce à ces deux moyens, on arriverait peut-être peu à peu à augmenter de 50 pour 100 le volume des eaux d'arrosage dans l'Oued Rir', et

---

([1]) A signaler ici un moule d'*Helix semperiana*, var., retiré par M. le lieutenant Jost entre 53^{m},60 et 58^{m}. Même fossile qu'à Mraïer et à la même profondeur. — *Pliocène inférieur de l'Oued Rir'* (Voir ma *Géologie du Sahara*, p. 136, 178 et 204).

([2]) Par contre, le n° 4 d'Ourlana, foré en 1888 à 200^{m} du même puits, ne l'avait pas influencé (non plus que le puits peu distant de Tala-em-Mouïdi).

cela sans nouvel emprunt à la nappe. Ce serait accroître d'autant le rendement de la région, sans entamer davantage son capital artésien.

» Cela posé, il est clair que, maintes fois, rien ne pourra tenir lieu de sondages. Mais il importe, avant tout, de ne pas compromettre ce qui est acquis. Impossible de formuler une règle absolue quant aux distances à observer; cela dépend des districts et du nombre des puits environnants. On peut soutenir que, même quand on ferait baisser un autre puits, la somme des deux débits sera supérieure, et que, finalement, il y aura gain pour l'intérêt général. A quoi je répondrai qu'il n'est pas équitable qu'un propriétaire soit exposé à se voir soutirer son eau. D'ailleurs, l'intérêt public sera lésé si le sondage est placé dans un bas-fond et n'a qu'un rayon d'irrigation restreint, — d'où diminution de la surface productive, — s'il doit desservir de jeunes plantations qui ne seront guère en plein rapport que dans douze ans, — d'où diminution de la production générale, etc.

» A mon sens, les eaux artésiennes de l'Oued Rir' devraient être considérées comme d'intérêt public et réglementées en conséquence. Mais des mesures trop restrictives seraient sans doute mal comprises des indigènes, et, pour le moment, le plus simple et le plus prudent est d'instituer, ainsi que M. Jus l'a demandé en 1889, et que je l'avais proposé moi-même, d'accord avec lui, dès 1887 (¹), une Commission locale de surveillance, qui serait chargée d'examiner l'opportunité des nouveaux puits projetés (sondages ou puits indigènes) et de fixer leurs emplacements, en tenant compte des besoins réels d'irrigation et des conséquences à prévoir sur les puits préexistants. Il y a lieu d'espérer que cette mesure conservatoire suffirait à sauvegarder la situation actuelle du bassin artésien de l'Oued Rir', sans entraver les recherches là où elles sont encore possibles et désirables pour le développement graduel de la région. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la répartition du gluten et de ses principes immédiats dans l'amande farineuse du grain de froment.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Le principe général sur lequel est établi le fonctionnement des engins modernes de mouture repose sur la division de l'amande du grain en un certain nombre de parties, dont la situation se déplace progressivement en

(¹) *L'Oued Rir' et la Colonisation française au Sahara.* Challamel; 1887.

allant du centre à la périphérie, c'est-à-dire en se rapprochant de plus en plus de la face interne de l'enveloppe ou du son. On peut se demander si ces portions, ainsi séparées par les opérations successives du broyage et du convertissage, ont, au point de vue de la teneur en gluten, une composition identique, et si, dans chaque cas, ce gluten a lui-même une qualité égale, cette qualité, ainsi que je l'ai montré précédemment, étant définie par le rapport de la gluténine à la gliadine qu'il contient ([1]). J'ai essayé de résoudre cette question, et les résultats auxquels cette étude m'a conduit sont de nature à intéresser à la fois l'agriculture et l'industrie de la meunerie.

» Dans son remarquable travail sur la composition du grain de froment ([2]), mon regretté maître, Aimé Girard, a montré qu'il existe, touchant à la face intérieure de la membrane à diastases, une partie de l'amande contenant une proportion de gluten plus grande que celle qu'on rencontre dans la zone centrale. Cette dernière partie étant cependant celle qui est seule transformée en farine panifiable, l'autre étant emportée avec le son, c'est elle que j'ai par conséquent étudiée, après l'avoir, au moyen d'artifices de mouture qu'il serait trop long de décrire ici ([3]), divisée en trois parties dont la situation se déplace successivement du centre vers la périphérie du grain. Ces différentes parties ont été pesées et analysées séparément. Six variétés différentes de blé ont été soumises à ce contrôle, et les Tableaux suivants donnent les résultats obtenus pour trois d'entre elles :

Blé gris de Saint-Laud (*France*).

	Rendement à la mouture.	Gluten pour 100 de farine.	Composition du gluten : Gluténine.	Gliadine.
2e et 3e broyages........	19,90	7,37	22,94	77,06
4e broyage............	27,07	7,71	29,80	70,20
5e broyage.............	24,51	9,51	31,55	68,45

Extraction = 71,48 pour 100 du poids du blé.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 327.

([2]) *Annales de Physique et de Chimie*, 6e série, t. III, p. 326; 1884.

([3]) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale;* mai 1898.

Blé choice white Bombay (Indes).

	Rendement à la mouture.	Gluten pour 100 de farine.	Composition du gluten :	
			Gluténine.	Gliadine.
2e et 3e broyages........	23,33	8,03	26,53	73,47
4e broyage.............	26,36	8,29	26,39	73,61
5e broyage.............	23,33	10,24	39,16	60,84

Extraction = 73,02 pour 100 du poids du blé.

Blé Oulka de Bessarabie (Russie).

	Rendement à la mouture.	Gluten pour 100 de farine.	Composition du gluten :	
			Gluténine.	Gliadine.
2e et 3e broyages.......	23,50	10,88	26,93	73,07
4e broyage.............	18,15	11,33	29,20	70,80
5e broyage.............	25,60	13,22	34,00	66,00

Extraction = 67,25 pour 100 du poids du blé.

» De l'examen des Tableaux précédents on peut tirer de nombreuses conclusions dont voici les principales :

» 1° La richesse en gluten du grain de froment et la qualité de ce gluten peuvent être différentes suivant la variété à laquelle on s'adresse;

» 2° Quelle que soit la variété soumise à la mouture, la quantité de gluten va en augmentant du centre à la périphérie de l'amande farineuse et ce gluten est d'autant plus riche en gluténine qu'on se rapproche plus de la face interne du son.

» Au point de vue pratique, ces conclusions ont des conséquences importantes. Si, en effet, à l'aide des chiffres précédents et d'autres qui ne sont pas indiqués ici, on calcule les quantités de gluten, de gliadine et de gluténine contenues dans 100 parties de grain de provenances diverses, ces quantités peuvent être, pour les blés tendres, enfermées entre les limites extrêmes suivantes :

	Gluten pour 100 de grain.	Composition du gluten :	
		Gluténine.	Gliadine.
Blé Goldendrop...........	6,17	1,37	4,80
Blé Oulka de Bessarabie.......	10,13	3,17	6,96

» Il résulte de ces analyses que, si l'on considère d'abord les blés entiers, il est impossible de leur assigner à l'avance, du moins jusqu'à présent, une valeur boulangère déterminée, chaque variété pouvant être, suivant les cas, soit trop riche en gliadine, soit au contraire trop riche en gluténine. Le rapport de la gluténine à la gliadine étant, dans le cas le plus favorable, égal à $\frac{25}{75}$, on voit, en effet, qu'il devient $\frac{25}{57}$ dans le cas du blé Goldendrop et $\frac{25}{55}$ dans le cas du blé Oulka de Bessarabie.

» Si l'on examine de même les farines que chaque variété de blé pourra fournir à la mouture, on voit aussi qu'elles pourront être divisées en catégories dont chacune forme séparément une portion importante du poids du grain et présente aussi une qualité boulangère variable suivant la partie de l'amande dont elle provient.

» Pour corriger les défauts reconnus et obtenir des produits farineux de qualité définie, on voit donc qu'on pourra procéder de deux façons différentes : faire ou des mélanges rationnels des diverses variétés de blé destinées au broyage, ou des mélanges également rationnels des produits de chaque variété séparés à la mouture.

» C'est là d'ailleurs une question sur laquelle je reviendrai sous peu, lorsque je publierai les résultats des analyses des blés français et étrangers faites en collaboration avec mon regretté maître Aimé Girard, et qui, dans quelques jours, seront complètement terminées. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'asphyxie sur la teneur du sang en oxyde de carbone. Production d'oxyde de carbone dans l'organisme.* Note de M. **Maurice Nicloux** (1), présentée par M. Henri Moissan.

« La proposition suivante étant formulée :

» Si par un moyen quelconque on arrive à diminuer l'oxyde de carbone du sang dans des proportions très notables et si, dans l'heure suivante, on voit la proportion d'oxyde remonter à la normale, la seconde hypothèse indiquée dans ma première Communication (2), à savoir : Production d'oxyde de carbone par l'organisme lui-même, sera, je crois, suffisamment justifiée.

» Or ce moyen existe. J'ai reconnu, en effet, que l'asphyxie amène une

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale au Muséum.

(2) *Comptes rendus*, 23 mai 1898.

diminution de l'oxyde de carbone du sang; si l'on a soin de ne pas pousser l'asphyxie jusqu'à la mort, on retrouve, après trois quarts d'heure à une heure de respiration à l'air libre, la proportion d'oxyde de carbone déterminée primitivement dans le sang, et l'accroissement dans l'heure qui suit l'asphyxie ne peut en aucune façon être expliquée par l'oxyde de carbone contenu dans l'air. Voici d'ailleurs le résumé des expériences qui toujours se sont montrées concordantes.

» *Expérience I.* — Chien 10^{kg}. Canule dans l'artère fémorale :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,13
Asphyxie d'une durée de cinq minutes: CO du sang de l'asphyxie	0,08
L'animal respire à l'air libre durant quarante minutes : CO du sang de l'asphyxie	0,14
Une heure après, asphyxie et mort : CO du sang de l'asphyxie	0,06

» L'asphyxie a donc fait baisser de 0,13 à 0,08 et de 0,14 à 0,06 la proportion d'oxyde de carbone dans le sang; d'autre part, la respiration à l'air libre pendant quarante minutes a fait élever la proportion de CO de 0,08 à 0,14.

» *Expérience II.* — Chien $9^{kg},5$. Canule dans l'artère fémorale :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,17
Asphyxie d'une durée de quatre minutes quarante-cinq secondes : CO du sang de l'asphyxie	0,07
L'animal respire à l'air libre durant une demi-heure : CO du sang de l'asphyxie	0,14
Une heure après, asphyxie et mort : CO du sang de l'asphyxie	0,03

» *Expérience III.* — Chien 10^{kg}. Canule dans l'artère fémorale :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,15
Asphyxie d'une durée de six minutes : CO du sang de l'asphyxie	0,06
On rend l'air, un quart d'heure après la fin de l'asphyxie : CO	0,09
Trois quarts d'heure après : CO	0,13
Une heure après, asphyxie et mort: CO du sang de l'asphyxie	0,03

» Les expériences suivantes montrent que l'air confiné produit le même résultat.

» *Expérience IV.* — Chien 7^{kg}, respirant dans un gazomètre contenant 50^{lit} d'air non renouvelé pendant toute la durée de l'expérience qui a duré une heure; on a :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,13
Oxyde de carbone après asphyxie	0,02

» *Expérience V.* — Chien $10^{kg},500$.

Oxyde de carbone du sang normal	0,12

» Respire durant une demi-heure 50^{lit} d'air non renouvelé.

» Après cette demi-heure l'animal est fort malade; prise de sang.

	Pour 100cc.
Oxyde de carbone	0,03

» L'animal respire ensuite à l'air libre trois quarts d'heure.

Oxyde de carbone	0,10

» Deux heures après la fin de l'asphyxie.

Oxyde de carbone	0,13

» Or, durant cette dernière expérience, quelques litres de l'air du laboratoire, respirés par l'animal, passaient en même temps sur l'acide iodique anhydre; j'ai pu déceler ainsi une petite quantité d'iode provenant de la réduction de l'acide iodique. Dans ces conditions, si l'on suppose que le gaz qui a produit la réduction de l'anhydride iodique est entièrement formé d'oxyde de carbone, la proportion serait de $\frac{1}{300000}$ à $\frac{1}{400000}$; c'est donc là un maximum.

» Or, si l'on applique la loi d'absorption donnée par M. Gréhant (*Comptes rendus,* 8 novembre 1897), l'oxyde de carbone absorbé par 100cc de sang, pendant une demi-heure, serait pour le mélange à $\frac{1}{300000}$ de 0cc,02, quantité bien inférieure à celle trouvée expérimentalement.

» L'asphyxie faisant donc disparaître l'oxyde de carbone du sang normal, je me suis demandé si elle ferait disparaître l'oxyde de carbone introduit artificiellement par respiration de mélanges d'oxyde de carbone et d'air. L'expérience s'est montrée négative pour des quantités notables, positive pour de petites quantités.

» *Expérience I.* — Chien profondément intoxiqué. CO pour 100cc : 13cc,4 (mesure faite au grisoumètre de M. Gréhant).

» Asphyxie d'une durée de cinq minutes. CO pour 100cc : 13cc,5 (la différence entre les deux chiffres est de l'ordre d'erreur d'expérience).

» *Expérience II.* — Chien 7kg. Canule dans l'artère carotide.

	Pour 100cc.
CO du sang normal	0,12

» On fait respirer pendant une demi-heure un mélange à $\frac{1}{20000}$ envir.

CO	0,37

» Immédiatement après la prise de sang, asphyxie et mort.

CO du sang de l'asphyxie	0,09

» *Expérience III.* — Chien 13kg,5. Canule dans l'artère fémorale.

CO du sang normal	0,11

» On fait respirer pendant douze minutes un mélange à $\frac{1}{10000}$ envir.

	Pour 100'.
CO	0,28

» Asphyxie d'une durée de quatre minutes trente secondes.

CO	0,15

» Respiration à l'air libre, quarante-cinq minutes après.

CO	0,15

» *Expérience IV.* — Chien $6^{kg},5$. Canule dans l'artère carotide.

CO du sang normal	0,08

» On fait respirer pendant une demi-heure un mélange à $\frac{1}{20000}$ envir.

CO	0,35

» Immédiatement après la prise de sang, asphyxie et mort.

CO	0,15

» *Conclusions.* — Des faits actuellement connus, ainsi que des expériences qui font l'objet de cette Note et de la précédente et dont une étude critique ([1]) sera publiée dans un Mémoire plus étendu, on peut tirer les conclusions suivantes :

» Le sang renferme un gaz combustible (N. Gréhant). Ce gaz contient de l'hydrogène, du formène (N. Gréhant), de l'oxyde de carbone (L.-G. de Saint-Martin); je crois avoir montré que ce dernier gaz ne vient pas de l'air, mais serait un composé élaboré normalement par l'organisme. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal.* Note de M. J.-J. Andeer.

« Après avoir étudié et décrit en détail les ostioles des gaines et des nerfs périphériques, j'ai cherché à les suivre à travers les os du corps animal.

» Pour cela, j'ai ramolli le système osseux des pièces anatomiques en

([1]) Je montrerai notamment que l'on est en droit de compter comme oxyde de carbone seul le gaz qui, extrait du sang, par l'acide acétique dans le vide, donne, par son passage sur l'acide iodique anhydre, une réduction de cet acide avec mise en liberté d'iode.

employant ma méthode à la phloroglucine mélangée à l'acide chlorhydrique en solution aqueuse. Ce procédé a pour résultat de ne pas déranger, par les secousses inévitables avec les autres méthodes, la disposition topographique de ces organes si délicats.

» J'ai pu ainsi suivre les nerfs périphériques à travers les os, jusqu'à leur insertion au tronc cérébro-spinal.

» L'examen de toutes les gaines et de leur contenu, soit dans le cerveau, soit dans la moelle épinière, m'a permis d'observer encore l'existence de l'appareil ostiolique.

» Le fourreau méningé qui tapisse le tronc neural comme le péritoine tapisse la masse viscérale, et enveloppe le système nerveux comme la séreuse enveloppe les entrailles, est partout humecté, ou même irrigué par le jeu des appareils ostioliques.

» Il en résulte que ce fourreau méningé cérébro-spinal forme des coussins entre la charpente osseuse et la substance nerveuse cérébrale et cérébro-spinale pour adoucir les frottements et amortir les chocs avec la paroi osseuse, la dure-mère ou la substance nerveuse du voisinage. Afin que les contre-coups au tronc cérébro-spinal, encore plus dur que les méninges, soient réduits à leur minimum, le péridyme, soit du cerveau, soit de la moelle épinière, est doté partout d'un riche appareil ostiolique qui disperse, jusque dans la substance nerveuse elle-même, les liquides lubrifiants indispensables.

» J'ai observé les ostioles dans les organes cérébraux-spinaux et jusque dans leurs unités, dans le péridyme et dans les ganglions vitaux.

» Comme le péridyme à l'état normal est partout tapissé d'un épithélium fenêtré par des ostioles, l'épendyme l'est aussi avec cette seule différence qu'il est muni de cils vibratiles le long du canal central de la moelle épinière.

» Ces observations microscopiques montrent clairement que le liquide cérébro-rachidien, qui, à l'état normal, persiste depuis la naissance jusqu'à la mort de l'animal, procède de l'appareil ostiolique.

» On trouve donc ici une réponse à cette question : Est-il possible que le liquide cérébro-rachidien ou cérébro-spinal existe sans voies préformées?

» Non, ces voies existent, c'est à travers les ostioles que coule le liquide vital de la colonne neurale. Celles-ci jouent le même rôle dans cette partie de l'organisme que dans celles précédemment étudiées, par exemple dans la chambre de l'œil (*humor aqueus*) et dans l'oreille interne (endolymphe

et périlymphe), dans la cavité du sac amniotique et des autres enveloppes et accessoires (membranes et réservoirs), dans les enveloppes embryonnaires, dans divers kystes congénitaux et les hydatides dites *de Morgagni*, etc.

» Le liquide qu'elles répartissent n'est d'ailleurs pas autochtone; il provient d'un autre appareil que je décrirai plus tard et qui alimente les ostioles du corps organique.

» Pour s'en assurer, on n'a qu'à injecter dans cet appareil certaines couleurs en solution et convenablement préparées pour colorer tout d'un coup le système cérébro-spinal comme si on l'avait plongé directement dans la teinture.

» La méthode que j'ai employée permet de colorer le système cérébro-spinal sans le déplacer ni le découper, comme on le faisait par les méthodes jusqu'ici en usage, et de constater en même temps l'ubiquité des ostioles dans l'ensemble du système nerveux. La couleur se répand comme la sève dans un arbre depuis ses radicules jusqu'à l'extrémité de la dernière feuille. »

M. G. Perry adresse une Note « Sur un déplacement de l'éther pouvant produire la karyokinèse ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1898.

Leçons de Géographie physique. Deuxième édition, par Albert de Lapparent, Membre de l'Institut, Professeur à l'École libre des Hautes Études. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. 25 mai 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1898. N° 3. Mars 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Études sur les goniatites, par Émile Haug, Maître de conférences de Géologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. (Extrait des *Mémoires de la Société géologique de France*.) Paris, 1898; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. Gaudry.)

Le piastre marginali della protosphargis Veronensis, par le professeur Giovanni Capellini. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1898; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Gaudry.)

Leçons de Clinique médicale faites à l'hôpital Saint-Éloi, de Montpellier. Novembre 1895 à mars 1898. Troisième série, par le Dr J. Grasset, professeur de Clinique médicale à l'Université de Montpellier. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

De l'Urée, par le Dr Ch. Quinquaud. Paris, Maloine, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.) Renvoyé au concours Montyon (Médecine et Chirurgie.)

Les lois du mouvement énergétique dans les muscles en contraction volontaire statique. Nouvelles méthodes pour l'étude des phénomènes physico-chimiques de la respiration, par M. J. Tissot, Lauréat de l'Institut et de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Masson et Cie, 1 broch. in-8°. [(Présentée par M. Chauveau; renvoyée au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

Remarques sur le problème de la navigation aérienne, par M. A. Duroy de Bruignac, Ingénieur des Arts et Manufactures. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*. Mars 1898.) Paris, 1898; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cantor lectures on gutta-percha, by Dr Eugène F.-A. Obach, F. I. C., F. C. S.; M. I. E. E. London, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Page 1532, ligne 17, *au lieu de* Note de MM. A. Gonnard et Adelphe, *lisez* Note de M. F. Gonnard et frère Adelphe.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles études photographiques sur la surface de la Lune;* par MM. Lœwy et Puiseux.

« Nous avons eu récemment l'honneur de soumettre à l'Académie le troisième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris. A cette occasion, nous avons tenté de résumer en peu de mots le caractère général de chacune des nouvelles feuilles et de signaler les objets les plus remarquables qu'elles renferment. Nous voudrions aujourd'hui appeler l'attention sur certains faits mis en évidence par l'examen ou le rapprochement de ces épreuves. Les vues que nous nous sommes crus autorisés à émettre sur l'origine des accidents du sol lunaire, sur leur succession chronologique, pourront ainsi être discutées sur de plus nombreux exemples et complétées dans certaines parties.

» En premier lieu, nous observerons que la distribution de l'intensité

lumineuse sur le disque lunaire paraît obéir à quelques lois simples dont voici l'énoncé :

» 1° Abstraction faite des inégalités locales, il y a progression continue d'éclat quand on va du terminateur au bord éclairé, avec coïncidence approximative entre les courbes d'égal éclairement et les méridiens ;

» 2° Toutefois, sur un même méridien, une recrudescence appréciable se manifeste à proximité des pôles, notamment du pôle sud ;

» 3° Il y a aussi augmentation d'intensité dans le voisinage immédiat du bord, quelles que soient la latitude et la phase que l'on considère.

» La première loi comporte une explication théorique satisfaisante, si l'on regarde la Lune comme un globe uniforme dans sa constitution superficielle, dénué d'atmosphère appréciable, hors d'état d'exercer une réflexion spéculaire sensible, et renvoyant indifféremment vers tous les points de l'espace la lumière reçue. Dans ces conditions, l'intensité relative s'exprime simplement en fonction de la longitude et de la latitude sélénocentriques du lieu lunaire, ainsi que de la différence des longitudes de la Lune et du Soleil. On trouvera cette formule démontrée dans le Mémoire qui accompagne le troisième fascicule. On reconnaît ainsi que les courbes d'égal éclairement sont des méridiens, et que l'intensité croît du terminateur au bord.

» La légère dérogation à cette règle, qui se manifeste près des pôles, a déjà attiré notre attention dans la première partie du travail.

» Nous y avons vu la preuve que ces portions de l'écorce s'étaient solidifiées de bonne heure et avaient acquis rapidement une grande épaisseur. Par là les calottes polaires ont échappé aux inondations venues de l'intérieur qui ont transformé l'aspect de la région équatoriale. Elles se sont trouvées plus rapidement aptes à recevoir les dépôts de cendres de la période volcanique, causes principales des contrastes de teinte que nous observons aujourd'hui.

» On peut chercher à remonter plus loin et à rendre compte de cette solidification précoce des régions polaires. Il est évident d'abord que le refroidissement a dû y progresser plus vite sous l'influence d'un rayonnement solaire moins efficace. Nous ajouterons que les marées d'origine terrestre y provoquaient des oscillations moins amples que dans les régions équatoriales et animées d'une moindre vitesse de propagation. La soudure des scories superficielles s'est donc effectuée près des pôles avec une facilité bien plus grande.

» Arrivons maintenant au troisième fait, c'est-à-dire à l'augmentation anormale d'intensité lumineuse près du bord.

» Celle-ci ne peut être une conséquence du mode d'opération photographique adopté, qui serait, au contraire, de nature à l'atténuer. Elle se manifeste sous toutes les latitudes et dans toutes les phases. En particulier, les épreuves prises pendant l'éclipse partielle du 7 janvier 1898 montrent que l'accroissement d'intensité sur les bords est encore très sensible à l'opposition, c'est-à-dire au moment où le calcul assignerait au disque lunaire un éclat uniforme.

» Il semble qu'aucune théorie purement géométrique ne rende compte de cette apparence, si l'on ne suppose pas qu'elle tient réellement à l'état physique spécial de cette partie de la surface, c'est-à-dire que non seulement les calottes polaires, mais toutes les régions qui forment pour nous le contour apparent de la Lune sont, dans leur ensemble, de couleur plus claire que les autres parties du disque.

» Ici encore les marées d'origine terrestre, déjà étudiées à d'autres points de vue par MM. Faye et Poincaré, paraissent avoir joué un rôle essentiel. Leur caractère s'est totalement modifié du jour où la durée de la rotation de la Lune sur elle-même est devenue égale à celle de la révolution. Le flux périodique qui parcourait antérieurement toute la région équatoriale a fini par s'accumuler dans la portion du disque qui voit aujourd'hui la Terre près de son zénith. D'ailleurs notre globe, encore incandescent, pouvait alors constituer pour son satellite une source de chaleur importante. Les parties voisines du bord sont donc entrées à leur tour avant les autres parties de la surface dans cette période de température basse et de calme relatif qui a favorisé la consolidation des régions polaires. Ces considérations, tant géométriques que physiques, expliquent bien, à ce qu'il nous semble, la répartition apparente de lumière sur le disque de la Lune.

» Les caractères propres aux latitudes élevées sont bien mis en évidence dans les nouvelles feuilles. Pas plus sur un pôle que sur l'autre, nous ne trouvons d'indication d'un revêtement de glace ni de signes d'une érosion active. Mais la différence d'aspect entre les deux calottes polaires n'en est pas moins très prononcée. Au sud, les cirques vastes et profonds s'accumulent au point de rendre presque indiscernable le relief antérieur, constitué par une série de rides parallèles. Vers la limite nord du disque, les formes circulaires régulières demeurent à l'état d'exception. Les mers s'avancent ici jusque sous des latitudes très élevées. Les plis de terrain qui en émergent n'ont qu'une médiocre saillie, et se disposent en réseau, de manière à encadrer des bassins quadrangulaires. La différence d'aspect

qui existe aujourd'hui entre les deux pôles indique, croyons-nous, que l'inclinaison de l'axe de rotation de la Lune sur le plan de l'orbite a dû subir des variations importantes. La même conclusion s'est déjà présentée à nous comme conséquence de la distribution des mers en ceinture inclinée sur l'équateur, et l'on sait que M. Darwin et d'autres géomètres y ont été conduits par des raisons tirées de la Mécanique céleste.

» La rareté relative des accidents volcaniques dans la partie nord y laisse mieux apercevoir les fragments de plateaux anciens, interposés entre les mers, plus ou moins rongés sur leurs bords par l'affaissement de celles-ci et devenus ainsi quelque peu semblables aux groupes de montagnes terrestres. Ces massifs, plutôt analogues à des amas de scories qu'à de véritables chaînes ramifiées, sont partagés en plusieurs fragments par des cassures rectilignes, dont la grande vallée des Alpes constitue l'exemple le plus célèbre et le plus net. Il semble difficile d'expliquer ces divisions, si l'on n'admet pas, avec le professeur Suess, que les portions séparées ont éprouvé, les unes par rapport aux autres, des mouvements de glissement ou de dérive.

» Si de ces traits généraux nous descendons dans le détail, nous trouvons de nombreux exemples venant à l'appui des vues que nous avons émises au sujet de la formation des cirques.

» On doit considérer comme accident volcanique, au sens large du mot, toute rupture d'équilibre qui amène à la surface déjà solidifiée des émissions de matières liquides, pulvérulentes ou gazeuses. Les déformations visibles et permanentes que de tels phénomènes peuvent produire se rangent dans trois catégories principales : apparition de crevasses ou de cônes éruptifs, épanchement de laves, dépôt de poussières ou de projectiles rejetés avec explosion.

» De pareilles traces se montrent d'autant plus fréquentes que l'on étudie de plus près la surface lunaire, et il est certain que, si les crevasses n'y adparaissent pas en plus grand nombre, la faute en est à l'insuffisance de nos moyens optiques; de même que, sur la Terre, les épanchements de lave se manifestent sous deux formes : soit en coulées qui rayonnent autour d'un orifice central, soit en nappes largement étalées le long du trajet d'une crevasse. Ce dernier mode paraît devoir être invoqué pour expliquer les différences de teintes que l'on remarque entre certaines régions contiguës, sans que la séparation corresponde à une ligne de niveau rigoureuse. Il se manifeste mieux encore par l'existence de veines saillantes et ramifiées, anciennes crevasses obstruées graduellement par des émissions

de laves, et encore dessinées en creux sur certaines portions de leur parcours.

» La disposition rayonnante apparaît avec une clarté particulière dans la partie nord-est de la Lune, autour des cirques Lalande, Képler, Aristarque et Copernic. Masquée au voisinage immédiat de l'orifice par des bourrelets concentriques, elle se révèle sur les pentes extérieures par des plis de terrain dirigés dans le sens de la pesanteur, s'efface au passage d'une sorte de couronne sombre et reparaît sous forme de larges traînées rectilignes, s'étendant à des centaines de kilomètres de distance. Il nous semble absolument logique d'expliquer les plis concentriques par des affaissements, les plis divergents par des coulées liquides, la couronne sombre par des accumulations de débris ou des nappes stagnantes, les traînées par le transport aérien des poussières. Si rare, aujourd'hui, qu'elle se dérobe à l'observation, l'atmosphère lunaire a pu, comme nous l'avons expliqué, posséder autrefois une densité suffisante pour servir de véhicule aux cendres volcaniques.

» L'unité d'origine des traînées d'un même système ne saurait faire doute un moment, bien que l'on puisse voir parfois leur direction, leur largeur et leur éclat subir des variations brusques, sans relation nette avec la distance au cratère central. Deux causes perturbatrices sont ici suggérées par l'observation des faits : l'une est la rencontre de hautes montagnes, capables de diviser les courants atmosphériques, de provoquer des chutes et des condensations abondantes ; l'autre, plus fréquente et plus efficace, est la présence de bassins déprimés, encore liquides à l'époque où les chutes de cendres se sont produites, hors d'état, par conséquent, de recevoir ou de conserver des dépôts superficiels.

» Quelques-uns de ces bassins profonds seraient-ils, aujourd'hui encore, imparfaitement desséchés, et leur état physique changerait-il, par suite, avec une exposition prolongée aux rayons solaires ? Les teintes vertes et rougeâtres que l'on constate, au voisinage du terminateur, dans l'intérieur de quelques cirques, portent à croire qu'il en est ainsi. Inférieure à l'œil dans l'appréciation des nuances, la Photographie reprend l'avantage pour l'enregistrement impartial des intensités lumineuses relatives. Elle a donc, sans contredit, le droit d'apporter son témoignage dans la question. La *Pl. XVII*, qui représente une région pour laquelle le Soleil se couche, doit être comparée, à ce point de vue, avec la *Pl. I*, où le jour commence sur les mêmes parages. Nous y trouvons des taches sombres, à fond plat, qui, dans l'intervalle, ont modifié leur teinte relativement aux plateaux

voisins d'une manière très sensible. La réalité de ce changement a été confirmée par l'examen d'une série de clichés, échelonnés dans les phases intermédiaires.

» Si l'on rapproche ces faits nouveaux de ceux que nous avons antérieurement recueillis, on ne trouvera point de difficulté à les faire rentrer dans un même cadre chronologique, et l'on pourra se faire une idée générale assez nette de la constitution et de l'histoire de notre satellite. Nous ne reprendrons point ici ce tableau d'ensemble, déjà esquissé comme conclusion du Mémoire qui accompagne la première partie de l'Atlas. Nous signalerons seulement, pour résumer ce qui précède, les principales questions dont ce troisième fascicule nous semble devoir fournir ou avancer la solution. Ce sont :

» Les causes de la solidification précoce et de la stabilité relative des régions polaires;

» L'origine de l'éclat plus vif que l'on remarque au voisinage des pôles, et, à un degré moindre, sur tout le bord apparent;

» L'interprétation de la différence d'aspect qui s'observe actuellement entre les calottes polaires;

» La nature volcanique des veines saillantes, des couronnes sombres et des traînées; les causes locales qui ont influé sur la répartition de celles-ci;

» La dessiccation tardive de quelques bassins déprimés; l'indication des points qui doivent faire l'objet d'une attention particulière, si l'on veut manifester la persistance, à l'heure actuelle, de certains changements périodiques à la surface de la Lune. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel électrodynamomètre absolu.* Note de M. Marcel Deprez.

« Le seul instrument qui permette de mesurer directement l'intensité d'un courant en unités absolues est l'électrodynamomètre. La boussole des tangentes, en effet, ne mérite pas le nom d'*instrument absolu* parce qu'elle exige la connaissance de l'intensité du magnétisme terrestre à l'endroit où se fait l'expérience. Dans l'électrodynamomètre, au contraire, il suffit de connaître les dimensions exactes de l'enroulement des bobines, le moment d'inertie des pièces mobiles et la durée de leur oscillation, lorsqu'elles sont soumises à la seule influence des forces élastiques (que l'on

met ensuite en équilibre avec les forces électromagnétiques développées par le passage du courant), pour en conclure l'intensité du courant. La mesure de ces diverses quantités pouvant être faite directement sur l'appareil lui-même au moyen des instruments qui servent à mesurer les longueurs, la masse et le temps, on voit que l'épithète d'*absolu* convient parfaitement à l'électrodynamomètre.

» Toutefois il convient de se rappeler que les équations qui représentent la grandeur du couple exercé par les pièces fixes sur les pièces mobiles en fonction de l'intensité du courant ne sont qu'approximatives, et cette approximation n'est acceptable qu'à la condition que les bobines mobiles soient situées à une grande distance des bobines fixes, c'est-à-dire que le couple développé par le passage du courant soit très faible.

» J'ai cherché s'il serait possible de réaliser un système électrodynamique dans lequel les forces dues à l'action du courant fussent des fonctions *algébriques simples et rigoureusement exactes* des dimensions des circuits fixes et des circuits mobiles, sans que ces dimensions soient soumises à aucune condition restrictive, et j'ai été assez heureux pour trouver la solution de cet intéressant problème d'Électrodynamique.

» Supposons que l'on engendre un tore de révolution en faisant tourner une figure fermée, de *forme quelconque*, autour d'un axe vertical et que l'on enroule sur le tore un circuit solénoïdal parfaitement régulier, composé d'un nombre quelconque de couches de fil (c'est-à-dire non dénué d'épaisseur).

» Supposons, en outre, que, par un artifice de construction facile à trouver, on ait, avant d'enrouler le fil, introduit à l'intérieur du tore une bobine cylindrique à base circulaire recouverte d'un nombre quelconque de spires régulièrement enroulées. Les seules conditions que doit remplir cette bobine cylindrique sont les suivantes : 1° son axe de révolution doit être parallèle à celui du tore, de façon que toutes les spires soient parallèles au plan diamétral du tore; 2° elle doit être mobile autour d'un axe de rotation situé dans le plan diamétral du tore, perpendiculaire à l'axe de révolution de ce dernier et à l'axe de la bobine elle-même et passant par le centre de celle-ci.

» Si ces conditions sont remplies, je démontre que le couple C, qui tend à faire tourner la bobine cylindrique autour de l'axe de rotation qui vient d'être défini a pour valeur rigoureuse

$$C = \frac{2NII'\Sigma S}{a},$$

dans laquelle on désigne par

I et I′ les intensités des courants qui traversent respectivement les spires du tore et celles de la bobine;

ΣS la somme des surfaces embrassées par toutes les spires circulaires de la bobine mobile;

N le nombre total des spires enroulées sur le tore;

a la distance du centre de la bobine mobile au centre du tore ou à son axe de révolution. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique;* par MM. **William Ramsay** et **Morris-W. Travers.** (Traduction.)

« Nous nous proposons de donner, dans cette Note préliminaire, un résumé des expériences que nous avons faites depuis un an pour reconnaître si, outre l'azote, l'oxygène et l'argon, il n'existe pas dans l'air d'autres gaz qui ont échappé jusqu'ici à l'observation par suite de leur faible proportion.

» En collaboration avec miss Emily Aston, nous avons trouvé que l'azoture de magnésium obtenu en absorbant de l'azote atmosphérique, traité par l'eau, donne seulement une trace de gaz. Ce gaz est de l'hydrogène et provient d'une petite quantité de magnésium métallique qui n'a pas été convertie en azoture. Le fait que l'ammoniaque produite par un traitement à l'eau est pure a déjà été prouvé par lord Rayleigh; il a montré que l'azote qui en dérive possède sa densité normale. La magnésie résultant de l'azoture cède seulement à l'eau une trace de matière soluble consistant en oxyde hydraté et carbonate; les résultats de ces expériences ont donc été négatifs.

» Plus récemment, grâce à l'obligeance du Dr Hampson, nous avons pu avoir 750^{cc} d'air liquide. Nous avons fait évaporer lentement cette masse, à l'exception des dix derniers centimètres cubes; nous avons recueilli dans un récipient le gaz provenant de ce petit résidu; nous avons enlevé l'oxygène avec du cuivre métallique et l'azote à l'aide d'un traitement avec un mélange de chaux pure et de magnésium en poudre, suivi par l'action d'étincelles électriques en présence d'oxygène et de soude caustique, et nous avons obtenu finalement $26^{cc},2$ d'un gaz montrant faiblement le spectre de l'argon et de plus un spectre qui n'a, nous croyons, pas été aperçu jusqu'à présent.

» Nous n'avons pas encore réussi à séparer complètement le nouveau spectre de celui de l'argon ; mais il est caractérisé par deux raies fort brillantes, dont l'une est presque identique en position à D_3 et presque aussi brillante. Des mesures faites avec un réseau de 14438 lignes par pouce, mis obligeamment à notre disposition par M. E.-C.-C. Baly, ont fourni les nombres suivants, les quatre lignes apparaissant dans le champ toutes à la fois :

D_1.......	5895,0
D_2.......	5889,0
D_3.......	5875,9
D_4.......	5866,65 + 1,7 pour réduction au vide.

» Il existe encore une raie verte, comparable en intensité à la ligne verte de l'hélium, et dont la longueur d'onde est 5566,3, et une ligne verte un peu plus faible, dont la longueur d'onde est 5557,3.

» Pour déterminer, dans la mesure du possible, quelles sont les lignes qui appartiennent au spectre de l'argon et quelles sont celles du nouveau gaz, les deux spectres ont été examinés en même temps avec le réseau, les spectres du premier ordre étant utilisés. Les raies, qui étaient absentes ou très faibles dans le spectre de l'argon, ont été attribuées au nouveau gaz. Leur intensité étant plus faible, les mesures de longueur d'onde qui suivent ne sont pas aussi précises que les trois mesures données plus haut; mais nous regardons les trois premiers chiffres significatifs comme corrects.

Violet............	4317
	4387
	4461
	4671
Bleu............	4736
	4807
	4830
	4834
	4909
Vert............	5557,3
	5566,3
Jaune............	5829
	5866,5
Orange..........	6011

» M. Baly a eu l'obligeance d'entreprendre l'étude du spectre, qui sera

publiée quand elle sera complète. Les nombres donnés plus haut suffisent à mettre hors de doute l'existence d'un nouveau gaz.

» La densité approchée du gaz a été mesurée en le pesant dans un ballon de $32^{cc},321$ de capacité sous une pression de $521^{mm},85$, à la température de $15°,95$. Le poids a été trouvé de $0^{gr},04213$; d'où l'on déduit une densité de 22,47, la densité de l'oxygène étant prise égale à 16.

» Après avoir fait passer l'étincelle électrique durant quatre heures en présence d'oxygène et de soude, nous avons fait une seconde mesure dans le même ballon. La pression était de $523^{mm},7$ et la température de $16°,45$. Le poids trouvé a été de $0^{gr},04228$; d'où l'on déduit une densité égale à 22,51.

» La longueur d'onde du son a été déterminée, dans ce gaz, par la méthode décrite dans les recherches sur l'argon. On a trouvé :

	I.	II.	III.
Longueur d'onde dans l'air	34,17	34,30	34,57
Longueur d'onde dans le gaz	29,87	30,13	»

Introduisant ces nombres dans la formule

$$\lambda^2_{air} \times \text{densité}_{air} : \lambda^2_{gaz} \times \text{densité}_{gaz} = \gamma_{air} : \gamma_{gaz},$$

il vient

$$(34,35)^2 \times 14,479 : (30)^2 \times 22,47 = 1,408 : 1,666;$$

ce qui montre que, comme l'argon et l'hélium, le nouveau gaz est monoatomique et représente un corps simple.

» De ce qui précède nous pouvons conclure que l'atmosphère contient un gaz nouveau, doué d'un spectre caractéristique, plus lourd que l'argon et moins volatil que l'azote, l'oxygène et l'argon; le rapport de ses deux chaleurs spécifiques conduit à penser qu'il est monoatomique et représente un élément. Si cette conclusion est fondée, nous proposons de le nommer *krypton*, c'est-à-dire « caché ». Son symbole serait Kr.

» Il est naturellement impossible de fixer positivement la place que ce nouvel élément de l'atmosphère doit occuper dans la Table périodique des corps simples.

» Le nombre 22,5 représente une densité minimum. S'il nous est permis de hasarder une conjecture, le krypton se trouvera avoir la densité 40, avec le poids atomique correspondant 80 ([1]), et se placera dans les séries

---

([1]) It is that krypton will turn out to have the density 40, with a corresponding atomic weight 80.

de l'hélium. Cette dernière conjecture est rendue vraisemblable par son inertie en présence du calcium et du magnésium au rouge, d'une part, et en présence de l'oxygène et de la soude caustique sous l'influence des étincelles électriques, d'autre part. Nous nous proposons de préparer le nouveau gaz en plus grande quantité et d'essayer de le séparer de l'argon d'une manière plus complète par distillation fractionnée.

» On peut remarquer, en passant, que MM. Kayser et Friedländer, qui ont cru observer la raie D_3 dans l'argon de l'atmosphère, ont probablement été trompés par la grande proximité de la brillante raie jaune du krypton avec la raie de l'hélium.

» Si nous admettons la vérité de l'hypothèse du Dr Johnstone Stoney, d'après laquelle il existerait dans l'atmosphère des gaz plus lourds que l'ammoniaque, il n'est nullement improbable qu'un gaz plus léger que l'azote puisse aussi être découvert dans l'air. Nous avons déjà passé plusieurs mois à tout préparer pour la recherche d'un tel gaz et nous pensons être d'ici peu en mesure de dire si cette supposition est fondée. »

M. **Berthelot** fait observer que la forte raie verte 5566,3 du krypton coïncide sensiblement avec la brillante raie n° 1 (5567) de l'aurore boréale. Dès lors on pourrait peut-être désigner ce gaz sous le nom plus harmonieux d'*éosium*, nom qu'il prend la liberté de suggérer à M. Ramsay.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

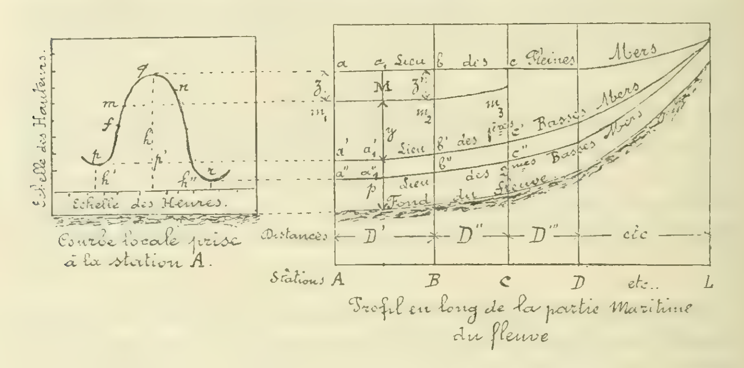
HYDRAULIQUE. — *De la propagation et de la déformation de l'onde-marée qui remonte dans les fleuves.* Mémoire de M. **Partiot**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, de Bussy, Hatt.)

« L'amélioration de la navigation dans une rivière à marée nécessite souvent la connaissance préalable des changements de régime qu'amèneront les travaux. Pour s'en rendre compte, il faut déterminer les courbes locales futures de la marée sur divers points. On déduit de ces courbes les profils en long momentanés du cours d'eau et, de ceux-ci et du débit

d'amont, les volumes d'eau qui passent dans un profil en travers entre deux moments donnés. L'on en conclut la largeur correspondant à une profondeur voulue.

» Pour avoir approximativement les courbes locales, on commence par déterminer les lieux géométriques de la pleine et de la basse mer pour une marée de vive eau. Puis on suppose que les cotes m, m_1 de la courbe locale connue d'un profil en travers A soient le point de départ de petites ondes



élémentaires qui arrivent aux profils B, C, ..., E à des distances am_1, bm_2, ... de la pleine mer proportionnelles aux amplitudes aa', bb', ... de la marée dans chaque profil en travers, et que ces petites ondes se propagent suivant les lignes m, m_1, m_2, ... avec des célérités données par l'une des formules connues. Connaissant ainsi, pour chaque profil, la cote de hauteur m_2 de toutes les petites ondes et les heures de leur arrivée, on peut tracer les courbes locales pour les divers profils. Le choix à faire entre les formules est l'objet que je me suis proposé.

» Pour faire ce choix, j'ai pris une marée de vive eau observée sur la Gironde et la Garonne; j'ai admis comme connus les lieux des pleines et des basses mers sur ces deux fleuves et les profondeurs qui s'y trouvent. J'ai calculé les cotes de chaque onde élémentaires et son heure d'arrivée dans chaque station hydrométrique par les cinq formules qui suivent :

(1) $$k = \sqrt{gP},$$

(2) $$k = 3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh},$$

$$(3)\qquad k = \sqrt{gp} - m(\sqrt{ga} + \sqrt{gb} + \ldots + \sqrt{gm}),$$

$$(4)\qquad k = \sqrt{gp\left[1 + \frac{\varepsilon}{2p}\left(3 + \frac{\varepsilon}{p}\right)\right]},$$

$$(5)\qquad \omega = \sqrt{g\mathrm{H}}\left(1 - \frac{3k'}{4\mathrm{H}}\right).$$

J'ai ensuite dessiné sur les mêmes feuilles les courbes locales observées à l'échelle et celles correspondantes calculées pour chacune de ces formules. Les différences se sont montrées de suite et j'ai cru devoir préférer la formule (5), qui est celle donnée par M. Boussinesq.

» *Observations directes de l'onde-marée. Modifications de sa forme.* — L'étude de l'onde-marée dans la Garonne a démontré que les ondes élémentaires négatives de la marée descendante ont une célérité plus grande que les ondes élémentaires positives de la marée montante. Ce fait, qui concorde avec les indications de la formule des célérités, permet d'expliquer les modifications que subit la forme de l'onde marée quand elle remonte un fleuve ou se propage dans un estuaire. La comparaison des célérités moyennes observées dans les sections de By à Pauillac et de Pauillac à Bordeaux a fait voir que l'amélioration de la navigation de la Garonne ferait parvenir la pleine mer quarante-trois minutes plus tôt à Bordeaux. Elle a aussi démontré que l'application du mode de calcul adopté et de la formule (5) donnerait alors, à cinq minutes près, la même heure d'arrivée du plein dans la même ville, après un parcours de plus de 95^{km}. »

MM. Cornu et de Lapparent sont adjoints à la Commission chargée d'examiner un Mémoire de M. *A. Marx*, ayant pour titre : « L'éther, principe universel des forces ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *Paul Fabre* intitulée : « Coup d'œil sur la Géographie médicale ». (Présentée par M. Lannelongue.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure totale constante.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Examinons maintenant la deuxième hypothèse.

» II. Le réseau T est considéré comme un réseau $2C$, $p^2+1 \gtrless 0$. Il y a encore deux espèces de réseaux C :

» 1° Les réseaux N pour lesquels :

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4, \qquad a_1^2 + \ldots + a_4^2 = 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{1}{\rho} = x_3 + ix_4$. Les coordonnées des deux réseaux applicables $N(X_1, X_2, X_3)$, $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ sont :

$$X_1 = \rho\alpha_1, \qquad X_2 = \rho\alpha_2, \qquad X_3 = \rho\alpha_3;$$
$$Y_1 = \rho x_1, \qquad Y_2 = \rho x_2, \qquad Y_3 = \rho x_3 = \mu\rho.$$

» Ces réseaux sont C et 2O, la coordonnée complémentaire est

$$\zeta = i\rho = \frac{i}{\mu} Y_3.$$

» Le réseau N′ est donc parallèle à un réseau C de la quadrique de révolution :

$$(1) \qquad Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 - \frac{1}{\mu^2} Y_3^2 = 1.$$

Le réseau N coupe le réseau A suivant une congruence (G) qui reste une congruence C et 2O. Un réseau parallèle à (G) admettrait une congruence harmonique parallèle au réseau N; cette congruence harmonique serait C, 2O, donc les congruences (G) sont parallèles aux réseaux C d'une quadrique de révolution [distincte de la quadrique (1)].

» Inversement, soit $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ un réseau C de la quadrique (1) applicable sur un réseau $N(X_1, X_2, X_3)$. Ces réseaux N et N′ peuvent être considérés d'abord comme des réseaux 2O, la coordonnée complémentaire étant

$$\zeta = \frac{i}{\mu} Y_3.$$

A la solution $\theta = \zeta = \frac{i}{\mu} Y_3$ correspond une congruence G harmonique au

réseau N. Cette congruence est C puisque $\theta = \zeta$; elle est 2O puisque $\theta = \frac{i}{\mu} Y_3$.

» Ces réseaux N et N′ peuvent aussi être considérés comme des réseaux 3O, les coordonnées complémentaires étant

$$\xi = Y_1 \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}}, \qquad \zeta = Y_2 \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}},$$

car on a bien

$$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + \xi^2 + \zeta^2 = \frac{\mu^2}{\mu^2 - 1}.$$

» Cela posé, à la solution

$$\theta = \xi + i\zeta = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}}(Y_1 + iY_2)$$

correspond une congruence H, harmonique au réseau N; cette congruence est C parce que $\theta = \xi + i\zeta$; elle est O parce que $\theta = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}}(Y_1 + iY_2)$; cette congruence H est donc une congruence T; il en est de même de la congruence K qui correspond à la solution $\theta = \xi - i\zeta$.

» Le point de rencontre des congruences G et H décrit un réseau T, il correspond sur le réseau N′ à l'intersection de ce réseau avec une droite isotrope du plan de l'équateur; donc :

» *La déformation des quadriques de révolution à centre et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.*

» *Si l'on déforme une quadrique de révolution à centre, au point d'intersection d'une droite isotrope fixe, de l'équateur avec le plan tangent correspond sur le plan tangent de surface applicable un point qui décrit une surface ayant même représentation sphérique de ses lignes de courbure qu'une surface à courbure totale constante.*

» Les deux réseaux O conjugués à la congruence G sont des réseaux T. Il y a là une *transformation nouvelle* des surfaces à courbure totale constante.

» 2° Les réseaux P pour lesquels

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5,$$
$$a_1^2 + \ldots + a_5^2 = 0 \qquad a_5 \gtrless 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{1}{\rho} = x_4 + ix_5$. Les coordonnées des deux réseaux applicables sont $P(\rho\alpha_1, \rho\alpha_2, \rho\alpha_3)$ et $P'(\rho x_1, \rho x_2, \rho x_3)$.

» Le réseau P coupe le réseau A suivant une droite qui décrit une con-

gruence (L). Cette congruence est C et 3O. Parmi les réseaux harmoniques se trouvent : le réseau A qui est O, 2C; le réseau P qui est 2O, C et le réseau $P_{1'}$ correspondant à $\frac{1}{\rho} = x_4 - ix_5$ qui est aussi 2O,C. Ces trois réseaux appartiennent à la même série.

» Cela posé, si l'on considère la surface

$$(2) \qquad Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_1 + iY_2 + aY_3)(Y_1 + iY_2 + bY_3) = 1,$$

les réseaux de cette surface sont 3O; les coordonnées complémentaires ξ et η étant données par les formules

$$\xi + i\eta = Y_1 + iY_2 + aY_3,$$
$$\xi - i\eta = Y_1 + iY_2 + bY_3.$$

Prenons un réseau C de cette surface; aux solutions $\theta = \xi + i\eta$ ou $\theta = \xi - i\eta$ correspondent sur la surface applicable des congruences C et 2O; à la solution $\theta = b(\xi + i\eta) - a(\xi - i\eta)$ correspond une congruence 2C, O. On en déduit facilement que, si $ab + 1 \gtrless 0$, les congruences (L) sont parallèles aux réseaux applicables sur les surfaces (2); donc :

» *Si* $ab + 1 \gtrless 0$, *la déformation des surfaces* (2) *et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce.* Note de M. **Martin Krause**, présentée par M. Émile Picard.

« C'est à la fin d'une Note antérieure (23 mai 1898) que j'ai indiqué le cas général des fonctions hyperelliptiques de premier ordre. Je vais traiter maintenant ce cas tout en renvoyant de nouveau à un travail de M. Fuchs (*Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1878).

» I. Nous posons

$$(1) \qquad \begin{cases} R(z) = z(1-z)(1-k^2 z)(1-\lambda^2 z)(1-\mu^2 z) \\ \qquad = r_0 z^5 + r_1 z^4 + r_2 z^3 + r_3 z^2 + r_4 z \end{cases}$$

et définissons les grandeurs $t_1, t_2, \ldots, t_m$ comme des racines d'une équation algébrique de $m^{\text{ième}}$ degré choisie tout d'abord arbitrairement

$$(2) \qquad G(t) = \sum_{s=0}^{s=m} p_s t^{m-s} = 0;$$

prenons pour base de notre considération l'équation connue

$$(3)\qquad R(z)\frac{\partial^2 Z}{\partial z^2}+\frac{1}{2}R'(z)\frac{\partial Z}{\partial Z}=\frac{Z}{4}(Az^3+Bz^2+Cz+D),$$

où A, B, C, D signifient quatre grandeurs constantes. La question est de savoir quand ses intégrales auront la forme

$$(4)\qquad Z=G(z)^{\frac{1}{2}}e^{\pm\sqrt{-\frac{l}{4}}\int\frac{dz}{G(z)\sqrt{R(z)}}}.$$

» Il faut pour cela

$$(5)\qquad \varepsilon_s\sqrt{-l}=G'(t_s)\sqrt{R(t_s)}\qquad (s=1,2,\ldots,m;\ \varepsilon_s=\pm 1),$$

d'où résultent, pour les grandeurs A, B, C, D, les valeurs

$$(6)\qquad \begin{cases} A=m(m+3)r_0, \\ B=m(m+2)r_1-(2m+1)p_1r_0, \\ C=m(m+1)r_2-2mp_1r_1+2mp_1^2r_0-2(2m-1)p_2r_0, \\ D=m^2r_3-(2m-1)p_1r_2+(2m-1)p_1^2r_1-(2m-1)p_1^3r_0 \\ \qquad -2(2m-2)p_2r_1+(6m-5)p_1p_2r_0-3(2m-3)p_3r_0. \end{cases}$$

» La grandeur p_1 reste arbitraire, tandis que les autres se déterminent par les formules suivantes :

$$(7)\qquad (m-s)q_s=q'_s,$$

$$(8)\qquad q_s=\sum_{\nu=-1}^{\nu=3}(m-s-\nu)(2m-2s-\nu)p_{s+\nu}r_{3-\nu},$$

$$(9)\qquad \begin{cases} q'_s=2(m-s)p_sD+(2m-2s-1)p_{s+1}C \\ \qquad +(2m-2s-2)p_{s+2}B+(2m-2s-3)p_{s+3}A; \end{cases}$$

s peut prendre les valeurs $-3, -2, \ldots, m$; p_s est zéro pour $s<0$ et $s>m$.

» II. La représentation des intégrales par les fonctions thêta est achevée, en substance, dans la Note antérieure. Par rapport à ce point, je renvoie à un travail de M. Staude, au Tome 8 des *Acta mathematica*.

» Nous introduisons deux variables indépendantes z_1 et z_2 et posons

$$(10)\qquad \begin{cases} Z_1=G(z_1)^{\frac{1}{2}}e^{-\sqrt{-\frac{l}{4}}\int\frac{dz_1}{G(z_1)\sqrt{R(z_1)}}}, \\ Z_2=G(z_2)^{\frac{1}{2}}e^{\sqrt{-\frac{l}{4}}\int\frac{dz_2}{G(z_2)\sqrt{R(z_2)}}}. \end{cases}$$

» Puis, supposons que les grandeurs $a_1^{(s)}$, $a_2^{(s)}$ satisfassent aux équations

$$\vartheta_3\left[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}\right] = 0; \tag{11}$$

en outre, doivent exister, d'après Rosenhain, les équations

$$\frac{\vartheta_1^2\left[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}\right]}{\vartheta_0^2\left[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}\right]} = \frac{\lambda\mu}{k} t_s, \quad \dots \tag{12}$$

et enfin les conditions suivantes doivent être vérifiées

$$\varepsilon_s\sqrt{-t} = G'(t_s)\sqrt{R(t_s)}. \tag{13}$$

» La grandeur Z_1 se divise alors en une série de facteurs de la forme

$$Z_1 = \Pi Z_1^s,$$

$$Z_1^s = \sqrt{z_1 - t_s}\, e^{-\varepsilon_s\sqrt{\frac{R(t_s)}{4}}\int\frac{dz_1}{(z_1 - t_s)\sqrt{R(z_1)}}}. \tag{14}$$

» D'une manière analogue nous pouvons poser

$$Z_2 = \Pi Z_2^{(s)},$$

$$Z_2^s = \sqrt{z_2 - t_s}\, e^{\varepsilon_s\sqrt{\frac{R(t_s)}{4}}\int\frac{dz_2}{(z_2 - t_s)\sqrt{R(z_2)}}}. \tag{15}$$

» En procédant ainsi, nous sommes arrivé aux résultats de la Note antérieure, et trouvons

$$Z_1^s Z_2^s = \frac{\vartheta_0\vartheta_1(v + a)}{\vartheta_0(a)\vartheta_0(v)}\, e^{-\sum\frac{\partial}{\partial x_1}\log\vartheta_0(a)u_1 - \frac{k}{2\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial x_2}\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)}u_1} \tag{16}$$

pour $a_1 = a_1^{(s)}$, $a_2 = a_2^{s}$.

» En introduisant les grandeurs u_1 et u_2, nous obtenons les équations différentielles

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1^2} - 2z_1\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1\partial u_2} + z_1^2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_2^2} - 2R(z_1)^{\frac{1}{2}}\frac{\partial Z}{\partial u_2} = Z(Az_1^3 + Bz_1^2 + Cz_1 + D), \tag{17}$$

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1^2} - 2z_2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1\partial u_2} + z_2^2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_2^2} + 2R(z_2)^{\frac{1}{2}}\frac{\partial Z}{\partial u_2} = Z(Az_2^3 + Bz_2^2 + Cz_2 + D), \tag{18}$$

$$Z = Z_1 Z_2 = \Pi Z_1^{(s)} Z_2^{(s)} \cdot \varphi_1(u). \tag{19}$$

» On peut déduire de ces deux équations les suivantes :

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - z_1 z_2\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_2^2} - \frac{1}{k\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial u_2}\frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\frac{\partial\varphi_1}{\partial u_2} \\ &\qquad = \varphi_1\left[-Az_1 z_2(z_1 + z_2) - Bz_1 z_2 + D\right], \end{aligned}\right. \tag{20}$$

$$\left\{\begin{aligned} &(z_1 + z_2)\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - 2z_1 z_2\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1\partial u_2} - \frac{1}{k\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial u_1}\frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\frac{\partial\varphi_1}{\partial u_2} \\ &\qquad = \varphi_1\left[-Az_1^2 z_2^2 + Cz_1 z_2 + D(z_1 + z_2)\right], \end{aligned}\right. \tag{21}$$

où les grandeurs $z_1 z_2$ et $z_1 + z_2$ ont les valeurs

$$(22)\qquad z_1 z_2 = \frac{1}{k l \mu}\frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)},$$

$$(23)\qquad (z_1 + z_2) = \frac{1}{k^2} + \frac{1}{k^2 l^2 \mu^2}\left[k^2\frac{\theta_1(u)^2}{\vartheta_0^2}\frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} + \frac{\theta_1(u)^2}{\vartheta_0^2}\frac{\vartheta_2^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\right].$$

» Ces équations appartiennent de nouveau à celles sur lesquelles M. Picard et M. Appell ont porté les premiers l'attention et peuvent s'appeler *équations de Lamé-Hermite généralisées pour deux variables*. Dans ces considérations, on a supposé que l soit différent de zéro. Si l est égal à o, on arrive à d'autres résultats se rapportant aux équations différentielles que Heine prend pour base des fonctions de Lamé d'un ordre supérieur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions discontinues qui se rattachent aux fonctions continues.* Note de M. R. Baire, présentée par M. Appell.

« I. Parmi les fonctions discontinues d'une variable réelle, il peut être intéressant de rechercher celles qui se rattachent d'une certaine manière aux fonctions continues. On peut y parvenir en partant de la notion de fonction limite d'une suite de fonctions : on dira qu'une fonction $f(x)$ est la limite de la suite de fonctions $f_1(x), f_2(x), \ldots, f_n(x), \ldots$, dans un certain champ de variation de x, si, pour toute valeur x_0 appartenant à ce champ, la suite de quantités $f_1(x_0), f_2(x_0), \ldots, f_n(x_0), \ldots$, a pour limite $f(x_0)$.

» Considérons en premier lieu l'ensemble de toutes les fonctions continues; il existe des fonctions discontinues qui peuvent être considérées comme limites de fonctions continues; j'ai donné, dans ma Note du 21 mars 1898, la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction possède cette propriété.

» Je dirai que les fonctions continues forment la classe o, et que les fonctions discontinues limites de fonctions continues forment la classe 1. Une fonction de la première classe est donc représentable par une série convergente de fonctions continues, et même par une série convergente de polynomes.

» II. Supposons maintenant qu'on ait une suite de fonctions appartenant aux classes o ou 1, et possédant une fonction limite n'appartenant à aucune de ces deux classes. Je dirai que cette fonction limite est de la

seconde classe, et l'ensemble de ces fonctions formera la classe 2. Une fonction de classe 2 est ainsi développable en une série dont les termes sont des fonctions de classe 1, et *peut par conséquent être représentée par une série double dont les termes sont des polynomes.*

» Comme exemple simple d'une fonction de deuxième classe, je citerai la fonction $\varphi(x)$, définie dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$, qui prend la valeur 0 pour x rationnel et la valeur 1 pour x irrationnel. En effet, considérons la fonction $\varphi_n(x)$ qui prend la valeur 0 pour $x = \frac{p}{q}$, si q est $\leqq n$ et si $\frac{p}{q}$ est irréductible, et la valeur 1 pour toutes les autres valeurs de x. On voit que $\varphi(x)$ est la limite de $\varphi_n(x)$, quand n croît indéfiniment; de plus, chaque fonction $\varphi_n(x)$, n'ayant qu'un nombre fini de discontinuités, est de première classe; donc $\varphi(x)$ est de deuxième classe. Il résulte de là qu'il existe une série double

$$\Sigma_\alpha \Sigma_\beta P_{\alpha, \beta}(x),$$

les $P_{\alpha, \beta}$ étant tous des polynomes, qui est convergente pour chaque valeur de x comprise entre 0 et 1, à condition que la sommation soit effectuée d'abord par rapport à β, puis par rapport à α, et dont la somme est 0 quand x est rationnel, 1 quand x est irrationnel.

» III. De même que nous avons défini la classe 2, on pourra définir les fonctions de classe 3, 4, ..., n, ...

» Une fonction sera de classe n si elle est la limite d'une suite de fonctions appartenant aux classes 0, 1, 2, ..., $n-1$, et si elle n'appartient pas elle-même à l'une de ces classes. Une telle fonction, s'il en existe, pourra se représenter par une série d'ordre n, dont les termes seront des polynomes,

$$\Sigma_{\alpha_1} \Sigma_{\alpha_2} \cdots \Sigma_{\alpha_n} P_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}(x).$$

» On peut aller plus loin, en se servant de la notion de nombre transfini. Si l'on a une suite de fonctions dont chacune appartient à l'une des classes 0, 1, 2, ..., n, ..., et s'il existe une fonction limite ne faisant partie d'aucune de ces classes, nous dirons qu'elle appartient à la classe ω. Nous concevons de même l'existence possible de fonctions appartenant à la classe α, α étant un nombre transfini quelconque de la deuxième classe de nombres.

» Il y a lieu d'énoncer ici le théorème suivant :

» *Considérons l'ensemble* E *de toutes les fonctions, continues ou discontinues, qui viennent d'être définies, c'est-à-dire l'ensemble des fonctions appar-*

tenant aux classes marquées par un nombre de la première ou de la deuxième classe de nombres. Si une suite de fonctions appartenant à l'ensemble E *a une fonction limite, cette fonction limite appartient aussi à l'ensemble* E.

» La démonstration de ce théorème se fait presque immédiatement, en se servant du résultat de M. Cantor : une suite dénombrable de nombres de la première ou de la deuxième classe a une limite supérieure qui est un nombre de ces mêmes classes.

» Il convient de remarquer que l'ensemble E a la puissance du continu, tandis que l'ensemble de toutes les fonctions discontinues a une puissance supérieure; de sorte que l'ensemble E, tout en étant beaucoup plus général que l'ensemble des fonctions continues, ne forme qu'une catégorie très particulière de fonctions par rapport à l'ensemble de toutes les fonctions que l'on peut concevoir.

» IV. Il serait intéressant de pouvoir caractériser exactement les fonctions des différentes classes, comme il est possible de caractériser les fonctions de classe 1. En ce qui concerne les fonctions de classe 2, j'ai réussi seulement à obtenir des conditions nécessaires; pour énoncer l'une de ces conditions, je poserai les définitions suivantes :

» Je dirai qu'un ensemble linéaire de points E est de *première catégorie*, s'il existe une infinité dénombrable d'ensembles E_1, E_2, ..., E_n, ..., dont chacun n'est dense dans aucune portion du continu, et telle que tout point de E fait partie de l'un au moins des ensembles E_n. Un ensemble qui ne satisfait pas à cette condition sera dit de *deuxième catégorie*. On a la propriété suivante : L'ensemble complémentaire (par rapport au continu) d'un ensemble de première catégorie est de deuxième catégorie.

» Considérons maintenant une fonction de x. Dans un intervalle ab, soient $M_0(ab)$ et $m_0(ab)$ les limites supérieure et inférieure de la fonction; il existe entre ces nombres d'autres nombres, $M_1(ab)$ et $m_1(ab)$, possédant les propriétés suivantes : $M_1(ab)$ est la limite supérieure des nombres λ tels que les points où $f(x) > \lambda$ forment un ensemble de deuxième catégorie; $m_1(ab)$ est la limite inférieure des nombres λ tels que les points où $f(x) < \lambda$ forment un ensemble de deuxième catégorie. En un point x_0, j'appellerai $M_1(x_0)$ et $m_1(x_0)$ les limites de $M_1(ab)$ et de $m_1(ab)$, quand on prend pour ab l'intervalle $(x_0 - \alpha, x_0 + \alpha)$ et qu'on fait tendre α vers o. Posons, en outre, $\omega_1(x_0) = M_1(x_0) - m_1(x_0)$.

» Cela posé, *pour une fonction de deuxième classe, il existe dans tout intervalle des points où* $\omega_1(x_0) = 0$. »

OPTIQUE. — *Sur la détermination des numéros d'ordre de franges d'ordre élevé.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode de détermination des numéros d'ordre dont nous avons donné le principe est basée sur l'emploi d'un certain nombre de radiations simples convenablement groupées deux à deux. Nous utilisons pour ces mesures les radiations rouge et verte du cadmium [1], employées par M. Michelson, et les radiations jaune et verte du mercure. Nous avons dû faire une étude préalable de ces dernières et en mesurer les longueurs d'onde; ce travail sera décrit dans une prochaine Communication. Dans ce qui suit, nous rapporterons tout aux franges données par la radiation verte du cadmium; c'est en franges de cette radiation que nous exprimerons les périodes de coïncidences ou de discordances.

» Nous grouperons les radiations employées de la manière suivante :

» 1° Les deux raies jaunes du mercure

$$(\lambda = 0^{\mu},57695984 \qquad \text{et} \qquad \lambda = 0^{\mu},57906593),$$

assez voisines dans le spectre, ont une période de 311,9 (en longueurs d'onde de la radiation verte du cadmium). L'observation des coïncidences se fait à une vingtaine de franges près, c'est-à-dire que, sur les vingt franges qui précèdent et les vingt franges qui suivent la coïncidence, la séparation n'est pas appréciable. (C'est à cause de la constitution de ces radiations que nous avons dû observer les coïncidences, au lieu des discordances.)

» 2° La raie verte du mercure ($\lambda_m = 0^{\mu},54607427$) et la raie verte du cadmium ($\lambda_c = 0^{\mu},50858240$) ont une période de 14,565137; nous observons les discordances, et l'observation détermine sans ambiguïté la frange pour laquelle ce phénomène se produit.

» 3° Les radiations rouge et verte du cadmium ($\lambda_r = 0^{\mu},64384722$), très différentes, ont une période de 4,759901. Nous observons les coïncidences et cette observation est rendue très facile par la grande différence de teinte des deux systèmes d'anneaux.

» Nous mesurons d'abord la distance des lames argentées avec une règle

---

[1] La raie bleue n'est pas assez étroite pour qu'on puisse utilement l'employer lorsque la différence de marche dépasse quelques centimètres.

divisée, de manière à savoir entre quelles coïncidences des deux raies jaunes sont les anneaux observés. Les coïncidences des radiations rouge et verte du cadmium se produisant à intervalles rapprochés, on en a toujours une dans le champ.

» Considérons l'un des anneaux verts qui encadrent cette coïncidence; soit K son numéro d'ordre, que nous nous proposons de déterminer. Supprimant la radiation rouge, nous superposons les radiations vertes du cadmium et du mercure, puis faisant varier lentement la distance des lames argentées, nous comptons le nombre de franges du cadmium qu'il faut faire passer, à partir de la frange K, pour arriver à la discordance des deux systèmes d'anneaux verts. Soit C ce nombre qui est nécessairement plus petit que 14 et inférieur à 7, si l'on a le soin de produire le déplacement dans le sens le plus favorable. Enfin, nous faisons encore varier la distance jusqu'à ce que nous arrivions à une coïncidence des deux raies jaunes du mercure, et pendant ce mouvement nous comptons les discordances des deux raies vertes qui passent; soit C′ ce nombre qui sera inférieur à une dizaine dans les circonstarces les plus défavorables. Il a passé $C' \times 14,57$ franges vertes du cadmium. Soit enfin m le numéro de la coïncidence des deux radiations jaunes, que fait connaître la mesure approchée de l'épaisseur.

» Supposons, pour fixer les idées, que les deux mouvements effectués aient eu pour effet de rapprocher les lames argentées. Si la coïncidence des deux raies jaunes était exactement donnée par l'expérience, le numéro de la frange verte correspondant à la frange prise comme frange de coïncidence serait $311,9 \times m$ et la discordance des deux raies vertes voisines de K aurait pour numéro d'ordre

$$H = 311,9 \times m + 14,57 \times C'.$$

» En réalité, il y a, sur l'observation de la coïncidence des deux raies jaunes, une incertitude totale d'une quarantaine de franges. Le numéro d'ordre vrai de la discordance peut différer de 20 du nombre calculé H. On calculera alors les numéros des discordances des deux raies vertes comprises dans un intervalle de 20 franges de part et d'autre de H ; il y en aura au moins 3 ou 4, parmi lesquelles se trouve celle qui a été observée au voisinage de la frange K. D'autre part, en ajoutant le nombre C au numéro de la frange de discordance, on doit tomber sur une coïncidence des raies verte et rouge du cadmium ; ayant calculé une Table de ces coïncidences, le choix sera immédiat. Un contrôle important sera donné par ce fait que

les coïncidences des deux raies du cadmium ne sont pas toutes exactes. L'observation donne au jugé, avec une précision de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$, la fraction qui caractérise l'inexactitude de la coïncidence; la fraction calculée doit concorder avec la fraction observée.

» L'appareil interférentiel ne diffère que par quelques perfectionnements du spectroscope interférentiel que nous avons précédemment décrit. Nous n'avons rien eu à changer aux organes de réglage du parallélisme des surfaces, mais il a fallu perfectionner les organes de déplacement parallèle. Le patin qui porte l'une des lames argentées peut être déplacé dans les deux sens au moyen d'une vis, qui ne tourne pas, et dont l'écrou reçoit un mouvement de rotation au moyen d'une vis tangente. L'autre lame est portée par un fort ressort à lames d'acier, qu'un soufflet de caoutchouc plein d'eau permet de déprimer très légèrement; on a ainsi un déplacement de quelques franges, qui peut se faire dans les deux sens sans à-coup ni temps perdu.

» Le patin mobile porte une échelle divisée qui vise un microscope fixe; on a ainsi à chaque instant la distance approchée des lames argentées. L'observation des coïncidences des deux raies jaunes du mercure permet de déterminer la lecture qui correspond à la distance nulle et d'étalonner la règle divisée avec une précision suffisante.

» Les tubes à cadmiun et à mercure (tubes de M. Michelson), montés en série sur le circuit induit de la bobine, sont placés aux foyers de deux lentilles, dont les axes se rencontrent à angle droit. Au point d'intersection est placée une lame faiblement argentée, ou une pile de glaces, inclinée à 45°, que l'un des faisceaux traverse tandis que l'autre est réfléchi. On obtient ainsi la superposition complète des deux faisceaux, comme s'ils provenaient d'une même source lumineuse. Deux écrans mobiles, que l'observateur manœuvre au moyen de ficelles, permettent de supprimer la lumière de l'un ou l'autre tube.

» Dans l'observation des coïncidences, on se sert, pour éliminer les radiations que l'on ne veut pas utiliser, de liquides absorbants généralement contenus dans de très petites cuves placées contre l'œil. Une épaisseur de quelques millimètres de chromate neutre de potassium absorbe des radiations violettes et bleues sans altérer les vertes, jaunes et rouges. Le chlorure de nickel absorbe le rouge. Du bichromate de potassium, sous une épaisseur de quelques centimètres, ou de l'acide chromique sous une épaisseur moindre, ne laissent passer, dans la lumiere du tube à mercure, que les deux radiations jaunes.

» On voit que cette méthode, assez analogue en principe à la méthode des excédents fractionnaires, en diffère sensiblement dans l'application; elle n'exige pas l'emploi d'un compensateur, ni la fixité absolue du système de franges pendant la mesure; il suffit de pouvoir faire varier la distance des lames argentées de petites quantités qu'il est inutile de mesurer. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge.* Note de M. R. DONGIER, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la séance du 26 juillet 1897 (1), j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de mes recherches sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge. Les radiations dont j'ai fait usage étaient définies par les indices du spath ; mais j'avais calculé leurs longueurs d'onde en utilisant les recherches antérieures de M. Carvallo sur la dispersion du spath.

» M. Carvallo ayant modifié (*Comptes rendus*, 28 mars 1898) les résultats de ses premières recherches sur la dispersion du spath, je dois rectifier les conclusions que j'avais adoptées.

» La première partie du Tableau suivant contient les nombres modifiés relatifs à mes expériences, ainsi que les valeurs du pouvoir rotatoire calculées à l'aide de la formule de M. Carvallo :

$$\rho = \frac{11,0706\, n^2 - 21,027}{\lambda^2} \ (^2).$$

» La deuxième partie contient les déterminations expérimentales de M. Carvallo, rapportées au nouveau système de longueurs d'onde.

n_0 du spath.	Valeurs de λ anciennement adoptées.	Valeurs nouvelles de λ.	n du quartz.	ρ calculé.	ρ observé (Dongier).	Différence Obs. — Calc.
	μ	μ		°	°	
1,64997 ...	0,767	0,761	1,53915	12,681	12,59	0,090
1,64836 ...	0,817	0,810	1,53815	11,116	11,11	0,006
1,64672 ...	0,875	0,868	1,53711	9,648	9,63	0,018
1,64494 ...	0,95	0,940	1,53595	8,178	8,14	0,038
1,64292 ...	1,04	1,035	1,53451	6,696	6,66	0,036
1,64031 ...	1,19	1,170	1,53268	5,191	5,18	0,011
1,63682 ...	1,415	1,369	1,53011	3,740	3,70	0,040
1,63009 ...	1,82	1,744	1,52478	2,241	2,22	0,021

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 228. Cette Note contient le Tableau de mes résultats où, par erreur, les mots *extraordinaire* et *ordinaire* ont été mis à la place l'un de l'autre.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI, p. 118.

n_e du spath.	Valeurs de λ anciennement adoptées.	Valeurs nouvelles de λ.	n_0 du quartz.	ρ calculé.	ρ observé (Dongier).	Différence Obs. — Calc.
	μ	μ		°	°	
1,47446 ...	2,4	2,20	1,51757	1,35	1,66	—0,31
n_0 du spath.					ρ observé (Carvallo).	
1,64245 ...	1,08	1,057	1,53420	6,410	6,18	0,23
1,63620 ...	1,45	1,405	1,52932	3,529	3,43	0,099
1,63083 ...	1,77	1,704	1,52534	2,364	2,28	0,084
1,62415 ...	2,14	2,030	1,52087	1,619	1,60	0,019

» Les nombres que j'ai obtenus avec le spectre ordinaire du spath diffèrent des nombres calculés à l'aide de la formule de M. Carvallo de quantités petites qui sont de l'ordre de grandeur des erreurs fortuites. Cette concordance remarquable entre la théorie et l'observation peut être considérée comme un contrôle *a posteriori* de l'exactitude de mes résultats expérimentaux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge d'une bouteille de Leyde* (¹). Note de M. R. Swyngedauw, présentée par M. Lippmann.

« La décharge d'une bouteille de Leyde est lancée à travers le circuit de deux bobines 1 et 2 rangées en série.

» La différence de potentiel entre les extrémités de la bobine 1, à un instant t quelconque, est, dans l'hypothèse de l'uniformité du courant de décharge,

$$v_1 = r_1 i + l_1 \frac{di}{dt},$$

i désignant le courant, r_1 la résistance de la bobine et l_1 le coefficient d'induction de tout le circuit sur la bobine 1.

» Si la bobine est formée de fil de cuivre de diamètre de l'ordre du millimètre ou du $\frac{1}{10}$ de millimètre, l'expérience montre que le terme $r_1 i$ est négligeable devant $l_1 \frac{di}{dt}$ dans la formation des potentiels que nous aurons

(¹) Institut de Physique de l'Université de Lille.

à considérer dans la suite ([1]); par conséquent, on peut écrire

$$(1) \qquad v_1 = l_1 \frac{di}{dt}.$$

» De même, entre les extrémités de la bobine 2, la différence de potentiel à l'instant t est

$$(2) \qquad v_2 = l_2 \frac{di}{dt},$$

l_2 étant le coefficient d'induction de tout le circuit sur la bobine 2.

» Enfin, aux extrémités de la double bobine formée par les bobines 1 et 2 en série, la différence de potentiel au même instant t est

$$(3) \qquad V = v_1 + v_2,$$

que le courant soit uniforme ou non. Si le courant est uniforme

$$(4) \qquad V = (l_1 + l_2) \frac{di}{dt},$$

v_1, v_2, V passent au même instant par leur maximum et *le potentiel maximum atteint entre les extrémités de la double bobine est la somme des potentiels maxima atteints aux extrémités de chacune d'elles.*

» Si le courant n'était pas uniforme, cette relation n'aurait pas lieu, car le maximum du potentiel, aux extrémités de chaque bobine, ne se produirait pas au même instant.

» Dans nos expériences, le potentiel est mesuré par la méthode des étincelles.

» On place en dérivation sur la bobine, entre les extrémités de laquelle on veut mesurer le potentiel maximum, un excitateur à boules; on détermine la distance critique de cet excitateur en observant scrupuleusement les règles que nous avons fixées à ce sujet ([2]) et sous lesquelles il y a égalité des potentiels explosifs statique et dynamique ([3]).

» Le potentiel explosif statique correspondant, mesuré avec l'électromètre de MM. Bichot et Blondlot, est le potentiel dynamique cherché.

([1]) *Thèses de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 9 et 10; mai 1897. — *Éclairage électrique,* p. 297 et 298; mai 1897.

([2]) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 22 et 23. — *Éclairage électrique,* p. 402; mai 1897.

([3]) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 36. — *Éclairage électrique,* juin 1897.

» Les expériences ont vérifié l'égalité $V = v_1 + v_2$ pour les potentiels maxima.

» Si l'on admet l'égalité des potentiels explosifs dynamique et statique démontrée antérieurement ([1]), l'uniformité du courant de décharge reçoit une confirmation expérimentale. On peut y voir également une nouvelle preuve de l'égalité des potentiels explosifs statique et dynamique sous les conditions spécifiées à un autre endroit ([1]).

» La bouteille de Leyde avait une capacité de $\frac{1}{200}$ de microfarad; chaque bobine avait une self-induction de l'ordre du $\frac{1}{10000}$ de quadrant; les oscillations avaient une période de l'ordre du $\frac{1}{500000}$ de seconde.

» Les potentiels explosifs V ont atteint 50 à 60 unités électrostatiques C.G.S.. »

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison du champ hertzien dans l'air et dans l'huile.* Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication précédente ([2]), j'ai montré qu'un résonateur de Hertz, maintenu dans le plan même des fils qui concentrent le champ (position II), décèle un système de sections nodales et ventrales alternant avec celles qu'il indique dans la position classique, perpendiculaire à la direction des fils (position I), les nœuds de l'un des systèmes coïncidant avec les ventres de l'autre et inversement.

» Que devient ce double système de sections notables lorsqu'on change la nature du diélectrique au sein duquel se passent les phénomènes? C'est pour répondre à cette question qu'ont été entreprises les expériences suivantes.

» Pour garder à cette étude un caractère expérimental j'ai opéré par une méthode directe.

» Dispositif. — Un réservoir en bois, parallélépipède de 4^m de longueur sur 30^{cm} de largeur et 25^{cm} de profondeur, peut contenir 260^{lit} de liquide. Deux fils parallèles, issus de plaques avoisinant un excitateur hertzien, sont tendus à l'intérieur, au niveau de la section moyenne dans le sens de la longueur. Quatre résonateurs filiformes, rectangulaires, mesurant 45^{cm}, 56^{cm}, 90^{cm} et 120^{cm} peuvent être commodément disposés

---

([1]) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 22 et 23.

([2]) *Comptes rendus*, 31 janvier 1898. — *Procès-verbaux Soc. Sc. phys. nat. Bordeaux*, 20 janvier 1898.

dans les deux positions I et II. Les deux derniers ont été, vu leur longueur, contournés en deux spires rectangulaires. Le même micromètre s'adapte aux quatre résonateurs. Une cage de fils métalliques, entourant l'appareil dans le sens de la longueur, empêche la dissipation du champ à l'extérieur.

» Le diélectrique choisi est une huile de pétrole présentant une complète homogénéité et une grande inaltérabilité, qui a été aimablement mise à ma disposition par M. Renous, directeur de la Station centrale d'Électricité de Bordeaux-les-Chartrons, où sont disposées ces expériences.

» I. Champ dans l'air. — Les quatre résonateurs, étudiés dans l'air, au sein du réservoir, ont donné les résultats suivants :

	Résonateurs			
	α.	β.	γ.	δ.
Longueurs.......	46^{cm}	56^{cm}	90^{cm}	120^{cm}
$\frac{\lambda}{2}$ (air)..........	74^{cm}	85^{cm}	143^{cm}	189^{cm}

» Les deux premiers seuls suivent la loi énoncée dans une Communication précédente (¹) : $2(L - L') = \lambda - \lambda'$; la self-induction notable des deux derniers, due à leur forme, est la cause probable de l'exception qu'ils présentent relativement à cette loi.

» II. Champ dans l'huile. — Les mesures dans l'huile, faites par la méthode du pont, en maintenant : 1° tout le résonateur, *sauf le micromètre*, dans l'huile; 2° tout le résonateur, *y compris le micromètre*, dans l'huile, ont donné les résultats suivants (*a*, *h*, indiquent que le micromètre est dans l'air ou dans l'huile) :

	I, *a*.	I, *h*.	II, *a*.	II, *h*.	$\frac{\lambda}{2}$ (air).
	cm	cm	cm	cm	cm
α..........	65	73	75	86	74
β.........	71	80	85	95	85
γ..........	125	138	144	163	143
δ........ ..	163	186	190	211	189

Résultats. — Les mesures effectuées *en maintenant le micromètre dans l'air* permettent d'énoncer les lois suivantes :

» 1° *Les longueurs d'onde que décèle un même résonateur, maintenu dans la* position I, *au sein de l'air et au sein de l'huile, sont* différentes.

» *Elles sont moindres dans l'huile que dans l'air.*

» 2° *Pour la* position II, *ces longueurs d'onde sont* égales *dans l'air et dans l'huile.*

» Les mesures relatives au résonateur plongé dans l'huile, ainsi que le micromètre, sont notablement supérieures aux précédentes. Une expé-

(¹) *Comptes rendus*, 31 janvier 1898.

rience complémentaire prouve que cela est dû à la perturbation micrométrique inégale dans l'air et dans l'huile. Cette expérience consiste à déterminer les longueurs d'onde que donne, dans l'air, chaque résonateur dont le micromètre plonge dans un godet qu'on remplit ou non d'huile. Les différences trouvées sont très sensiblement égales à celles que l'on extrait du précédent Tableau.

» Une expérience met d'ailleurs hors de doute l'influence de la nature du diélectrique relativement aux longueurs d'onde de la position I et sa non-influence sur celles de la position II. En faisant varier le niveau du liquide dans le réservoir on constate que la longueur d'onde que décèle un résonateur dans la position I demeure constamment celle qu'il mesure dans l'air, *tant que les fils ne baignent pas dans l'huile*, mais que cette longueur d'onde *saute brusquement* à la valeur qu'elle affecte pour l'huile, dès que les fils qui concentrent le champ baignent dans l'huile. Ce saut brusque accompagne toujours l'immersion ou l'émersion des fils. Au contraire, un résonateur, disposé dans la position II, ne manifeste dans ce cas aucune différence, conformément aux expériences antérieures de M. Blondlot [1] avec l'huile de ricin.

» Les résultats de cette étude conduisent à énoncer les deux lois *expérimentales* suivantes :

» 1° *Les longueurs d'onde que décèle un résonateur maintenu dans la* POSITION I VARIENT *avec la nature du diélectrique au sein duquel se produisent les phénomènes;*

» 2° *Celles décelées dans la* POSITION II SONT INDÉPENDANTES *de la nature du diélectrique au sein duquel elles sont mesurées.* »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les résonateurs et sur l'effluve de résonance.* Note de M. OUDIN, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai fait, en 1892, connaître le principe de l'élévation de tension des courants de haute fréquence par la résonance. Depuis lors mon premier appareil a subi plusieurs modifications et aujourd'hui il se présente sous la forme d'un solénoïde de fil de cuivre rouge non isolé, enroulé autour d'un cylindre de bois paraffiné.

» Ce fil a $0^m,003$ de diamètre, sa longueur est de 60^m et l'écartement

(1) *Comptes rendus*, 25 juillet 1892.

de ses spires de 0^{m},01. La haute fréquence est produite, soit par une machine à influence, soit par un quelconque des dispositifs de Hertz ou de Tesla. Mais l'appareil qui me donne le meilleur rendement est celui qu'a imaginé M. d'Arsonval et dans lequel l'étincelle oscillante éclate entre les armatures internes de deux bouteilles de Leyde. Ces condensateurs sont de relativement faible capacité (50^{cq} de surfaces actives). Leurs armatures externes sont reliées au résonateur, l'une aboutissant à son extrémité inférieure, l'autre à une des spires voisine de cette extrémité, par l'intermédiaire d'un fil souple dont on fait varier le point d'attache au résonateur pour régler son ajustage.

» On sépare ainsi le résonateur en deux solénoïdes qui se font suite l'un à l'autre. Dans le premier, plus court, prennent naissance les oscillations de haute fréquence, en même temps que sont fermés en court circuit les courants de basse fréquence qui se produisent concurremment; dans le second, plus long, la haute fréquence agit seule et atteint par self-induction l'énorme tension que l'on constate dans cet appareil, sans qu'il soit nécessaire, pour l'obtenir, de se servir, comme le conseille Tesla, de bobines induites isolées dans l'huile.

» L'isolement du résonateur ne présente en effet aucun intérêt. Quand son réglage est bon, on voit de toute sa dernière spire, et rien que d'elle, jaillir des gerbes d'effluves qui ne ressemblent en rien à ceux de la machine statique. Au lieu d'une lueur continue, ils offrent l'aspect d'aigrettes violacées sinueuses, atteignant 0^{m},12 ou 0^{m},15 de longueur et couronnant la circonférence supérieure du résonateur d'une auréole lumineuse très brillante dans l'obscurité. Quelles que soient les dimensions du résonateur, c'est toujours de sa dernière spire seule, et des conducteurs qu'on y peut relier, que s'échappent ces aigrettes. La réaction des autres spires les unes sur les autres empêche cette projection d'effluves à l'air libre, à moins qu'on en approche une capacité quelconque, la main par exemple. De même, tant que l'ajustage n'est pas bon, on voit éclater entre les premières spires des étincelles bruyantes de relativement basse tension qui cessent de se produire quand le réglage est parfait. Il semble qu'alors toute l'énergie soit utilisée comme self-induction.

» Le résonateur crée dans toute la pièce où il est placé un champ électrostatique alternatif très intense. De tous les objets métalliques on peut tirer des étincelles. Un tube de Geissler s'illumine à 2^{m} de lui quand deux observateurs s'en tiennent à égale distance; s'ils sont au même potentiel, rien ne se produit; mais, si l'un en est plus rapproché que l'autre, ils peu-

vent, en raison de l'amortissement rapide de ces oscillations, faire éclater entre leurs doigts des étincelles dont la longueur atteint 2^{mm} ou 3^{mm}, peut aller jusqu'à 10^{mm} ou 15^{mm}, si l'on monte en résonateur une cage d'autoconduction à l'intérieur de laquelle se tient un des observateurs. De même, si une personne présente sa main à l'effluve, on peut, de tous les points de son corps, au travers des vêtements les plus épais, tirer des étincelles produisant un picotement désagréable et qui, chose curieuse, deviennent bien moins nourries si la main, se rapprochant davantage du résonateur, en tire des étincelles au lieu d'effluves. C'est probablement pour la même cause que l'effluve provoque en certains points de la tête, quand il rencontre des filets nerveux superficiels, une douleur assez vive qu'on ne peut reproduire en faisant éclater des étincelles sur le même point.

» Cet effluve possède d'ailleurs une puissance de projection et de pénétration extrême que l'on peut démontrer de la façon suivante. On prend une lame diélectrique quelconque, verre ou ébonite, desséchée et essuyée avec soin, et on la tient au moyen d'une pince isolante en bois. Si l'on en approche une pointe métallique reliée au résonateur et maintenue à $0^{m},02$ ou $0^{m},03$ de sa surface, on voit l'effluve qui jaillit de la pointe traverser la lame isolante et continuer son trajet dans l'air de l'autre côté, perpendiculairement au plan du diélectrique, comme s'il s'agissait d'une substance poreuse. On traverse ainsi des lames de verre ou d'ébonite de $2^{mm},5$ d'épaisseur, et cela sans qu'il y ait de l'autre côté le moindre corps pouvant agir comme capacité et transformer le diélectrique en condensateur. Si la lame de verre est représentée par un tube de Crookes, à l'intérieur duquel se trouve un écran fluorescent, on voit celui-ci se cribler de points lumineux, projections des lignes de l'effluve, en tenant la pointe métallique à $0^{m},10$ de la surface du verre.

» L'action prolongée de l'effluve de haute fréquence sur la peau produit des lésions analogues à celles des rayons X : épaississement, fendillement de l'épiderme, hyperkératose et troubles de circulation caractérisés par une apparence cyanique des extrémités. J'ai dit, d'autre part, les grands services qu'il pouvait rendre en Thérapeutique dermatologique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Visibilité de la tache aveugle.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Tout le monde s'accorde à admettre l'invisibilité de la tache aveugle, cette région de la rétine où se fait la pénétration des fibres du nerf optique

(papille optique). Deux ordres de faits établissent cette opinion : 1° aucune fibre de ce nerf ne se termine dans la papille optique; 2° cette région est inexcitable par la lumière. Les objets lumineux qui se trouvent dans le champ visuel, au-devant de cette lacune assez étendue (6° dans le sens horizontal), ne sont pas perçus quand un seul œil est ouvert; ils sont seulement perçus dans le regard binoculaire par une partie correspondante de la rétine du second œil.

» Dans le regard monoculaire, nous ne remarquons cependant pas généralement la lacune de Mariotte, à moins de diriger artificiellement sur elle notre attention. On n'a pas su expliquer encore comment notre représentation visuelle de l'étendue n'était pas déformée aux environs de cette région, et comment les objets lumineux coupés par une telle lacune pouvaient se raccorder sans modifications, malgré les déplacements de l'œil. Les faits suivants donneront la réponse, en montrant que la tache de Mariotte est réellement visible, c'est-à-dire représentée et localisée dans l'ensemble des sensations visuelles.

» Je l'ai remarqué pour la première fois après un exercice musculaire assez fort au soleil et à la chaleur; retiré dans une pièce à demi obscure et placé en face d'un mur uniformément blanc, je cherchais, comme je le fais depuis plusieurs années, à obtenir, à l'aide de battements des paupières, la perception entoptique de la *macula lutea;* j'ouvrais et refermais successivement les paupières plusieurs fois par seconde, ce qui produit des éclairements et des obscurcissements brusques de tout le champ visuel. Je remarquai alors, à droite et à gauche du point de fixation binoculaire, deux taches sombres ovales correspondant exactement, comme siège et comme limites, à la projection des deux papilles, ainsi que je m'en assurai expérimentalement ([1]).

» La sensation de noir ou de sombre est déjà une sensation visuelle. Mais ces taches, pour un certain rythme des mouvements de la paupière (quatre fois par seconde environ), devenaient alternativement plus sombres et plus claires que le fond, plus sombres à l'ouverture, plus claires à la fermeture. Depuis cette observation, je reproduis à volonté le phénomène, surtout celui des taches sombres, qui peuvent être plus ou moins nettes, mais qui sont faciles à reconnaître quand on les a vues une fois; les

---

([1]) Helmholtz signale des taches sombres analogues sans leur attacher d'importance.

taches claires sont plus nuageuses et peuvent échapper plus facilement à l'observation, mais leur existence et leur siège papillaire ne laissent aucun doute; on les produit isolément, en dehors des mouvements rythmiques précédents, en se plaçant au-devant d'une surface uniforme, étendue et peu éclairée (au-dessous de $\frac{1}{10}$ de carcel-mètre), et fermant brusquement les yeux; de même, la tache sombre se montre isolément par l'ouverture brusque des paupières; le siège en est si net que je puis indiquer instantanément du doigt la place du *punctum cæcum*. L'expérience peut être faite soit avec un seul œil, soit avec les deux [1].

» Les taches, situées à 15° environ en dehors du point de fixation, se montrent pendant une fraction de seconde, au moment de l'éclairement ou de l'obscurcissement du champ visuel, et disparaissent. Elles représentent donc un court retard de la région papillaire sur le reste de la rétine, mais elles montrent, sans doute possible, la participation de cette région à la représentation visuelle de l'espace. La place de la papille optique ou de la tache aveugle doit donc exister dans la sphère visuelle corticale et y être représentée par des cellules spéciales (qui probablement sont reliées de chaque côté aux éléments périphériques occupant dans la rétine de l'autre œil la place correspondant à la papille du premier). Comment ces cellules centrales entrent-elles en activité sous l'influence d'un changement d'éclairage de l'œil qui ne leur envoie pas d'excitations réelles, puisqu'il n'y a pas là d'éléments rétiniens impressionnables? Peut-être reçoivent-elles par irradiation nerveuse communication de l'excitation des cellules voisines, ce qui demanderait un certain temps et rendrait compte du retard constaté dans la sensation, retard nécessité par leur mise en équilibre avec les cellules directement excitées. Cette explication n'est d'ailleurs pas la seule possible.

» Voici maintenant une expérience encore plus frappante dans laquelle l'excitation des éléments rétiniens environnant la papille, au lieu de se communiquer telle quelle, produit, au contraire, une sorte d'inhibition, se traduisant par un phénomène de contraste, sur les éléments percepteurs correspondant à la tache aveugle. Les yeux restant fermés sans effort au-devant du jour, le champ visuel paraît entièrement éclairé d'une lueur

---

[1] On peut remplacer les mouvements des paupières par ceux d'un écran opaque. Le phénomène est facilité par une circulation céphalique plus active. Des pressions brusques sur l'œil ne suffisent *généralement* pas à le produire.

rougeâtre; si l'on déplace alors *brusquement et fortement* l'œil en dedans et un peu en bas, il y a tiraillement du pourtour de la papille, d'où apparition d'un anneau ovale plus clair que le fond et à l'intérieur duquel la papille se montre *comme une tache verte plus ou moins sombre,* très bien limitée, contrastant nettement avec le fond, et durant plus ou moins longtemps suivant la durée de l'effort réalisé. Ce phénomène passe généralement inaperçu, si la paupière est ouverte, mais peut être reproduit sous des formes diverses.

» Tous ces faits s'accordent à montrer que la papille optique, bien qu'insensible à la lumière et aveugle au sens propre du mot, est réellement représentée dans l'espace par des sensations visuelles positives occupant la même place que si elle était remplacée dans l'œil par un vrai morceau de rétine en continuité avec le reste de cette membrane. »

ACOUSTIQUE. — *Timbre ou vocables des quinze voyelles de la langue française.* Note de M. **Monoyer**, présentée par M. A. Chauveau.

« On sait, depuis les recherches de Helmholtz et de Donders, que les voyelles se différencient les unes des autres par la note ou *vocable* (Jamin) que produit la résonance des cavités buccales et nasales qui sont mises en communication avec le tuyau laryngien, siège de la source sonore. Mais, si les expérimentateurs sont d'accord sur le principe de la théorie, ils sont loin de s'entendre, quand il s'agit d'assigner à chaque voyelle la vocable qui lui convient. D'autre part, sur les quinze voyelles dont on fait usage dans la langue française, la moitié ou peu s'en faut, sept, n'a été l'objet d'aucune recherche, et les huit autres ont été étudiées principalement par des savants de langue allemande. Telles sont les raisons qui nous engagent à faire connaître le résultat de nos propres recherches sur cette question.

» Nous avons expérimenté uniquement sur la voix *chuchotée*: c'est le seul moyen d'éviter que le son propre de la cavité résonante soit masqué par la note laryngienne. Nous sommes ainsi parvenu à déterminer les vocables des quinze voyelles de la langue française et à en faire la base d'une classification aussi simple que conforme au mécanisme physiologique de l'émission des voyelles.

» Afin de pouvoir représenter toutes les voyelles à l'aide des lettres de la langue écrite et sans faire usage de lettres doubles, nous aurons recours

aux accents aigu et grave, ainsi qu'aux signes ᵕ et ⌢ placés au-dessus de la lettre. Grâce à ce moyen, nous représenterons de la manière suivante les onze voyelles *buccales* ou voyelles proprement dites :

Ŏ (ou), **U**, **I**,

O [m*o*t], **Ò** [*o*r], **A** [gr*â*ce], **À** [p*a*p*a*],

E [l*e*], **Ĕ** (eu) [l*eu*r], **É** [l*é*], **È** [Ang*è*le],

et les quatre voyelles *nasales*, ou mieux *bucco-nasales* :

Õ (on), **Ã** (an), **Ũ** (un), **Ĩ** (in).

» Nous avons mis entre parenthèses l'écriture usuelle de la voyelle, lorsqu'elle diffère de la nôtre, et entre crochets un mot faisant connaître la prononciation de la voyelle, lorsque l'écriture ne l'indique pas.

» Cela posé, nous avons trouvé que les vocables des trois voyelles *fondamentales* **Ŏ**, **U**, **I** sont à l'octave l'une de l'autre et correspondent respectivement aux notes $si^{\flat}_{3}$, $si^{\flat}_{4}$, $si^{\flat}_{5}$. En prononçant successivement et à voix chuchotée les trois voyelles en question, il est, pour ainsi dire, impossible, même à une oreille peu exercée, de ne pas reconnaître l'intervalle d'octave qui existe entre les vocables correspondantes.

» Les douze autres voyelles se placent par leurs vocables dans les deux intervalles d'octave que nous venons d'indiquer et y forment trois groupes de quatre voyelles chacun, le groupe des voyelles *fermées*, celui des voyelles *ouvertes* et celui des *nasales*.

» Le groupe des voyelles fermées comprend **O**, **A**, **E**, **É** qui ont pour vocables respectives $ré''_{4}$, fa_{4}, $ré''_{5}$, fa_{5}.

» A chaque voyelle fermée correspond une voyelle ouverte, dont la vocable est d'un demi-ton plus élevée, en sorte que les vocables des voyelles **Ò**, **À**, **Ĕ**, **È** sont $ré^{\sharp}_{4}$, $fa^{\sharp}_{4}$, $ré^{\sharp}_{5}$, $fa^{\sharp}_{5}$. L'intervalle d'un demi-ton entre les vocables de la voyelle fermée et de sa correspondante ouverte est des plus manifestes.

» Enfin, chaque voyelle ouverte a une nasale correspondante qui possède deux vocables : l'une des vocables est la même que celle de la voyelle ouverte; l'autre, provenant de la résonance des cavités nasales, est évidemment commune à toutes les voyelles nasales et répond à la note $si^{\flat}_{4}$.

» La correspondance entre les voyelles ouvertes et les nasales est la suivante :

Voyelles ouvertes	Ò,	A,	È,	È.
Voyelles nasales	Õ,	Ã,	Ũ,	Ĩ.

» Nous n'avons de réserves à faire que relativement aux vocables des deux voyelles *a* et *à*, dont la détermination présente des difficultés toutes particulières, et à la vocable commune aux nasales, dont il ne nous a pas été donné de pouvoir faire la détermination isolée.

» Les résultats que nous venons d'indiquer sont résumés dans le Tableau suivant :

Vocables et classification des voyelles.

Voyelles fondamentales.	fermées.	ouvertes.	nasales.
Ȯ, $si\flat_3$			
	O, $ré_4$	Ò, $ré\sharp_4$	Õ, $ré\sharp_4 - si\flat_4$
	A, fa_4	À, $fa\sharp_4$	Ã, $fa\sharp_4 - si\flat_4$
U, si_4			
	E, $ré_5$	È, $ré\sharp_5$	Ũ, $ré\sharp_5 + si\flat_4$
	É, fa_5	È, $fa\sharp_5$	Ĩ, $fa\sharp_5 - si\flat_4$
I, $si\flat_5$			

PHOTOGRAPHIE. — *Action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des phototypes et utilisation de cette action.* Note de MM. **Lumière** frères et **Seyewetz**, présentée par M. Friedel.

« La technique photographique ne possède pas jusqu'ici de procédé permettant d'affaiblir directement un phototype dur, manquant de pose et trop développé, par exemple, sans détruire, ou tout au moins atténuer, les demi-teintes qui correspondent aux parties sombres de l'objet photographié.

» Les négatifs présentant cette défectuosité d'être en même temps trop peu posés et trop poussés au développement ne pouvaient donc jusqu'ici être améliorés.

» En effet, les substances utilisées jusqu'ici pour affaiblir les clichés, telles

que le mélange de ferricyanure de potassium et d'hyposulfite de soude, agissent sur l'argent qui forme l'image en le dissolvant graduellement à partir de la surface jusqu'au fond de la couche de gélatine. On sait, d'autre part, que l'image photographique est constituée par de l'argent réduit sous des épaisseurs d'autant plus grandes que l'action de la lumière a été plus intense : la réduction du sel haloïde d'argent par le développateur commence, en effet, par la surface de la couche et s'étend d'autant plus en profondeur que la région a été plus vivement impressionnée.

» Les affaiblisseurs jusqu'ici employés agissant à partir de la surface atténuent donc fortement les faibles impressions, tandis qu'il faudrait, au contraire, les respecter.

» Nous avons constaté que le persulfate d'ammoniaque $SO^4(AzH^4)$ en solution aqueuse jouit de la propriété d'affaiblir les clichés en agissant de préférence sur les parties les plus opaques, tout en conservant les demi-teintes des ombres qui, par les méthodes en usage, disparaissent les premières.

» Ce résultat, *a priori* paradoxal, peut s'expliquer si l'on admet que le nouvel agent exerce son action depuis le fond de la couche jusqu'à la surface, c'est-à-dire en sens inverse des substances jusqu'ici utilisées.

» Cette hypothèse, qui s'accorde avec les réactions observées, pourrait être développée de la façon suivante :

» *Théorie de l'opération.* — Le persulfate d'ammoniaque est, comme on le sait, un oxydant énergique. Sous l'influence de l'argent du cliché, il doit fort probablement donner un sel neutre double d'argent et d'ammoniaque qui est soluble dans l'eau; la solution, après avoir agi sur l'argent, précipite du reste par l'acide chlorhydrique ou les chlorures. La réaction peut vraisemblablement être exprimée par l'équation suivante :

$$\underset{\text{Persulfate d'ammoniaque.}}{SO^4(AzH^4)} + \underset{\text{Argent.}}{Ag} = \underset{\text{Sulfate neutre double d'argent et d'ammoniaque.}}{SO^4 \begin{cases} Ag \\ AzH^4 \end{cases}}$$

» Bien que doué de propriétés oxydantes énergiques, le persulfate d'ammoniaque, de même que l'eau oxygénée, est susceptible de donner lieu à des réactions réductrices.

» Ainsi, ajouté à une solution de nitrate d'argent, il réduit rapidement l'argent à l'état métallique, en même temps qu'il se produit un abondant dégagement d'oxygène. Nous croyons que l'on peut exprimer cette réaction par l'équation suivante :

$$2[SO^4(AzH^4)] + 2(H^2O) + 2(AgAzO^3) = 2[SO^4H(AzH^4)] + 2(AzO^3H) + Ag^2 + O^2.$$

» Grâce à cette dernière réaction, il nous sera possible d'expliquer d'une façon ra-

tionnelle le mode d'action curieux du persulfate d'ammoniaque sur les couches de gélatine renfermant l'argent de l'image.

» Quand on plonge le cliché dans la solution de persulfate, celle-ci pénètre rapidement dans l'intérieur de la couche de gélatine et se trouve au contact de l'argent. Il se forme une petite quantité du sel double argentique qui se diffuse dans l'excès de solution de persulfate d'ammoniaque dans laquelle baigne la plaque. Celui-ci, en présence du sel double d'argent formé, tend à donner de l'argent réduit. Mais cette réaction inverse se produit surtout extérieurement à la couche de gélatine, puisque c'est là que se trouve l'excès de persulfate nécessaire pour la réduction, et doit aller en s'atténuant depuis la surface jusqu'au fond de la couche. C'est vraisemblablement cette réaction inverse qui tend à ralentir, extérieurement surtout, la dissolution de l'argent dans le persulfate d'ammoniaque. C'est pourqui il n'est pas possible avec ce réactif d'atténuer, même faiblement, les voiles de surexposition qui, on le sait, sont constitués par de l'argent réduit exclusivement à la surface de la couche de gélatine.

» *Pratique de l'opération.* — Nous avons reconnu que le persulfate d'ammoniaque agit le mieux en solution à 5 pour 100. En solution plus ou moins concentrée son mode d'action présente toujours les mêmes caractères, mais il est simplement plus rapide ou plus lent et conduit toujours au même résultat final. Si la teneur de la solution atteint 10 pour 100, la gélatine peut être altérée. Il ne faut donc pas dépasser 7 à 8 pour 100 dans la pratique pour le cas où l'on voudrait une action très rapide.

» L'action du persulfate d'ammoniaque peut s'exercer sur le cliché après un lavage à l'eau très sommaire, après le fixage, pour enlever la majeure partie de l'hyposulfite de soude; mais alors il faut rejeter, après quelques minutes d'immersion, le premier bain dans lequel a été plongée l'épreuve et le remplacer par un bain neuf, car le persulfate oxyde l'hyposulfite de soude, le transforme en bisulfate, et ce n'est que lorsque cette réaction est achevée que l'argent se dissout.

» Il est donc préférable, pour ne pas user inutilement du persulfate d'ammoniaque, d'éliminer complètement l'hyposulfite de soude du cliché, par lavage, avant de l'affaiblir.

» En sortant le cliché de la solution de persulfate, on remarque que l'action de ce corps se continue encore un peu en dehors du bain, et, si on ne lave pas de suite le cliché très abondamment, l'action affaiblissante peut aller un peu plus loin qu'on ne le voudrait.

» On peut éviter facilement cet accident, soit en arrêtant l'opération lorsque l'épreuve n'a pas encore atteint le degré d'affaiblissement que l'on désire obtenir, soit en plongeant immédiatement l'épreuve, à sa sortie du bain de persulfate, dans une solution de sulfite ou de bisulfite de soude à 10 pour 100 pendant quelques minutes.

» Ces corps transforment le persulfate d'ammoniaque en sulfate qui est alors sans action sur l'argent du cliché.

» On termine l'opération en éliminant les sels solubles qui restent dans la couche, par un lavage sommaire. Nous ferons observer que l'affaiblissement est plus rapide quand la gélatine du cliché est gonflée que si elle est sèche, ce qui confirme, du reste, le mode d'action du réactif.

» En outre, l'intensité de l'image, après avoir été diminuée, peut de nouveau être

augmentée par les procédés de renforcement habituels, le bichlorure de mercure et l'ammoniaque, par exemple.

» *Conclusions.* — En résumé, il deviendra possible, par l'emploi de persulfate d'ammoniaque, de tirer parti le plus complètement possible des clichés manquant de pose, en poussant le développement à fond, sans se préoccuper de la dureté de l'épreuve obtenue, de façon à faire venir le maximum de détails, puis l'on baissera le cliché dans la solution de persulfate d'ammoniaque en arrêtant l'action au moment convenable.

» On pourra enfin corriger les effets d'un développement trop poussé dans le cas d'une exposition normale, résultats qu'aucun affaiblisseur connu ne pouvait donner jusqu'ici. »

PHOTOGRAPHIE. — *Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs* [1]. Note de M. **A. Londe**, présentée par M. Marey.

« On a proposé, en Radiographie, l'emploi d'écrans renforçateurs destinés à augmenter l'intensité du négatif et à permettre, par suite, une diminution du temps d'exposition. Ces écrans sont constitués par du platinocyanure de baryum ou de potassium, du tungstate de chaux, du sulfure de calcium, du sulfure de zinc de Ch. Henry, etc.

» Si les auteurs ne sont pas d'accord sur la valeur comparative de l'action renforçatrice de ces divers produits, par contre ils signalent tous l'altération de l'image par suite de la formation d'un grain qui lui enlève toute netteté.

» Il nous a paru intéressant d'étudier les résultats obtenus avec divers écrans et de rechercher si l'indécision de l'image doit être réellement attribuée à la cause indiquée ci-dessus.

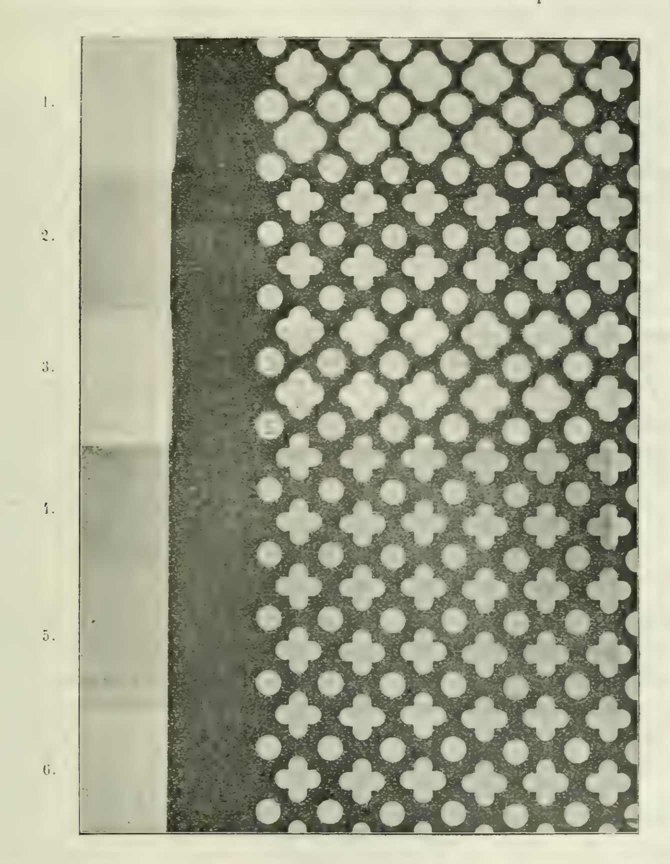
» Voici l'indication des écrans renforçateurs étudiés :

1. Écran de la maison Kalbaum.
2. » au sulfure de zinc de Ch. Henry.
3. » souple au sulfure violet de Becquerel.
4. » au platinocyanure de baryum (grain très fin).
5. » » (à gros grain).

---

[1] Travail du Laboratoire de la Clinique des maladies du système nerveux.

» Ces écrans, découpés en rectangles, sont juxtaposés sur la plaque, une bande de celle-ci servant de témoin. La durée d'exposition a été, dans



chaque expérience, de trente secondes à $0^{m},40$ d'un tube bianodique actionné par une bobine de 20 cent. d'étincelle (interrupteur à grande vitesse A. Londe) (¹).

(¹) L'un des écrans, celui au sulfure de zinc, étant phosphorescent, nous laissons

» *Expérience I.* — On radiographie une main reposant sur le châssis contenant la plaque recouverte des divers écrans. Le négatif montre l'action fort différente de ceux-ci, les diverses bandes étant classées de la manière suivante d'après l'intensité croissante de la réduction obtenue :

N° 4, n° 5, n° 2, n° 6 (plaque non recouverte d'écran), n° 3, n° 1.

» *Conclusion.* — Pour les bandes 4, 5 et 2 l'action renforçatrice est nulle par rapport à ce que donne la plaque à nu. Pour les bandes 3 et 4 elle est indiscutable. En ce qui concerne la netteté de l'image elle est à peu près égale pour les quatre premières de la classification ci-dessus, mais un grain très visible apparaît dans le 2, le 4 et le 5, c'est-à-dire sous les écrans dont l'action renforçatrice est nulle. Au contraire, sous les n°s 1 et 3, qui ont donné les intensités les plus grandes, le grain n'existe pas, mais l'image est empâtée et dénuée de toute finesse.

» *Expérience II.* — Pour mieux montrer ce phénomène nous radiographions une grille métallique présentant des ouvertures régulièrement espacées. On aperçoit alors bien mieux le flou des images de ces ouvertures qui n'existe que dans les parties correspondant aux écrans qui ont eu une réelle action renforçatrice.

» Ce phénomène est une variété de halo qui se produit au voisinage des plages très éclairées et des plages préservées par la grille : il n'est pas dû à une réflexion sur la face postérieure du verre, car il existe tout aussi bien sur papier sensible, pellicule, plaque garnie d'une couche antihalo ; il augmente avec la durée de l'exposition.

» Cet empiètement de la réduction progressive de la couche sensible qui arrive à modifier complètement les dimensions des ouvertures de notre grille est dû uniquement aux radiations fluorescentes ; en supprimant celles-ci par l'interposition d'une simple feuille de papier noir, l'action renforçatrice et les troubles de l'image disparaissent.

» Comme conclusions pratiques de ce travail il ressort que l'action de certains écrans est très manifeste, mais qu'elle s'accompagne toujours d'un trouble de l'image dû à une variété de halo par diffusion. On ne pourra les utiliser que pour les travaux n'exigeant pas de finesse : reconnaissance d'une fracture, par exemple, recherche d'un projectile. Dans ce dernier cas, l'avantage de l'écran renforçateur est de permettre d'obtenir un résultat dans un temps très court (une à deux minutes suffisent pour retrouver une balle dans le crâne). »

---

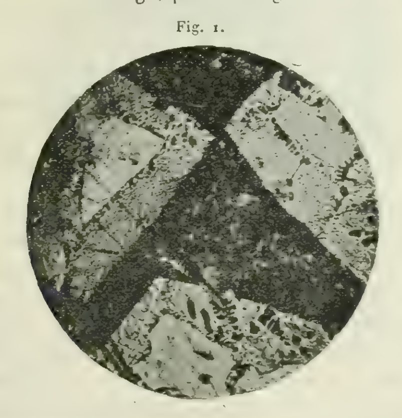
s'éteindre la phosphorescence ou, plus rapidement, nous l'éteignons par une exposition de quelques instants sous un verre rouge.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des alliages ternaires.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente, les résultats auxquels conduit l'étude de la fusibilité des alliages ternaires de plomb, d'étain et de bismuth. On peut déduire de là des idées précises sur la constitution de ces alliages à l'état solide. On a vu que la solidification d'un alliage de plomb, d'étain et de bismuth comprend, en dehors des cas limites, trois périodes successives : dans la première, il se sépare des grains d'un métal pur, plomb, étain ou bismuth; dans la deuxième, il se sépare un mélange de deux de ces métaux; enfin, dans la troisième période, les trois métaux se déposent simultanément.

» L'examen microscopique des alliages solidifiés permet de constater nettement l'existence de ces trois dépôts successifs. Considérons, par exemple, l'alliage à 74,5 pour 100 de bismuth, 5,50 pour 100 de plomb et 21 pour 100 d'étain, dont nous avons indiqué les points de solidifications successives à 175°, 125° et 96°. Si l'on examine au microscope une plaquette découpée dans cet alliage, polie et légèrement attaquée par l'acide

Fig. 1.



chlorhydrique faible, on distingue facilement : 1° de grandes tables de bismuth métallique; ce sont les grains qui ont commencé à se séparer à 175°; ils paraissent en blanc sur la *fig.* 1; 2° autour de chacun de ces grains de bismuth, une zone dans laquelle des fragments de bismuth

alternent avec des fragments d'étain, creusés par l'acide chlorhydrique et marqués en noir sur la photographie; c'est le dépôt mixte qui s'est formé pendant que le point représentatif parcourt la ligne $E''\varepsilon$; enfin, soudant le tout, le mélange eutectique ternaire qui paraît homogène aux faibles grossissements mais dans lequel on distingue facilement, avec des grossissements un peu forts, des grains brillants de bismuth, des grains d'étain, creusés par l'acide et paraissant noirs, et enfin, des grains de plomb, recouverts d'une couche de chlorure de plomb qui produit des irisations.

» Les alliages de compositions différentes donnent des résultats analogues. On a donc bien trois dépôts successifs dont la nature permet de classer les alliages de plomb, d'étain et de bismuth en six groupes indiqués dans le Tableau suivant :

	1er dépôt.	2e dépôt.	3e dépôt.
1er groupe......	Bismuth.	Bismuth et étain.	Eutectique ternaire.
2e »	Id.	Bismuth et plomb.	Id.
3e »	Plomb.	Plomb et étain.	Id.
4e »	Id.	Plomb et bismuth.	Id.
5e »	Étain.	Étain et plomb.	Id.
6e »	Id.	Étain et bismuth.	Id.

» L'un de ces dépôts peut disparaître, dans les alliages qui servent de transition entre les divers groupes.

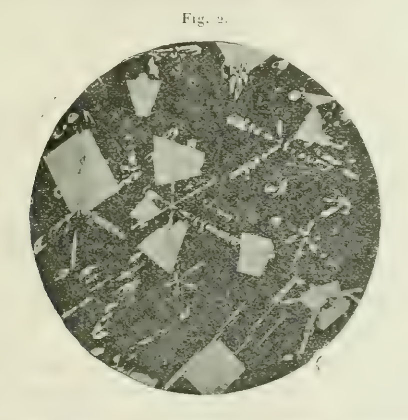
» Le cas des alliages de plomb, d'étain et de bismuth est le plus simple que l'on puisse imaginer; en général, le nombre des types de constitution sera plus considérable parce que le nombre des corps solides qui peuvent se séparer est supérieur à trois et comprend des composés définis binaires ou ternaires.

» On pourra souvent ramener les cas plus complexes à l'exemple précédemment étudié, en considérant comme constituants les composés définis qui peuvent se séparer à l'état solide. Par exemple, les alliages de cuivre, d'étain et d'antimoine riches en cuivre contiennent les composés définis $SnCu^3$ et $SbCu^2$. On pourra leur appliquer ce qui a été dit pour les alliages de plomb, d'étain et de bismuth, à condition de les considérer comme formés non de cuivre, d'étain et d'antimoine, mais de cuivre, de $SnCu^3$ et de $SbCu^2$, de même que, dans une solution aqueuse de chlorure de sodium, on considère comme constituants l'eau et le sel, et non l'oxygène, l'hydrogène, le chlore et le sodium.

» Pour déterminer d'une façon complète la constitution des alliages formés par un groupe de trois métaux, il est nécessaire de construire la

surface de fusibilité, ce qui nécessite un nombre d'expériences d'autant plus considérable que cette surface est plus compliquée; mais, dans la plupart des cas, on aura des indications suffisantes en examinant la structure microscopique d'un certain nombre d'alliages ternaires après avoir étudié la fusibilité des alliages binaires. J'ai examiné de cette façon la constitution des alliages cuivre-étain-antimoine, plomb-cuivre-antimoine, plomb-étain-antimoine, zinc-étain-antimoine, dans les limites où ces alliages peuvent être employés comme anti-friction ([1]). Dans aucun de ces cas je n'ai rencontré de composé défini ternaire. On retrouve seulement, dans les alliages ternaires, les composés définis qui peuvent exister dans les alliages binaires. Par exemple, dans les alliages de cuivre, d'étain et d'antimoine, riches en étain, on aperçoit simultanément des cristaux de $SbSn$, de forme cubique, inattaquables par l'acide chlorhydrique et des cristaux de $SnCu^3$, formant des étoiles à six branches; la *fig.* 2 reproduit

Fig. 2.



l'aspect d'un de ces alliages où l'on distingue nettement les deux composés. Je citerai encore le cas des alliages d'étain, de plomb et d'antimoine dans lesquels l'antimoine et l'antimoniure d'étain peuvent donner des solutions solides.

» En résumé, dans les alliages binaires, il y a, en général, deux dépôts

---

([1]) L'exposé de ces recherches sera publié dans le *Bulletin de la Société d'encouragement,* numéro de juin 1898.

successifs : le premier, formé par un corps pur, métal simple ou composé défini; le second par un mélange eutectique formé de deux éléments dont l'un est celui qui s'est déposé en premier lieu; ces deux dépôts peuvent se réduire à un seul s'il y a formation de solutions solides.

» Dans les alliages ternaires, il y aura, en général, trois dépôts successifs : le premier, formé par un corps pur, métal simple ou composé défini; le deuxième, par un mélange de deux corps dont l'un est celui qui s'est déposé en premier lieu; le troisième par un mélange de trois corps comprenant les deux qui se sont déposés précédemment. Le nombre des dépôts peut se réduire à deux et même à un, par suite de la formation de solutions solides.

» La nature des dépôts successifs et leur proportion relative dépendent exclusivement de la composition chimique de l'alliage; mais la dimension et la répartition des éléments constitutifs et, par suite, les propriétés physiques et mécaniques peuvent varier notablement avec différentes circonstances et en particulier avec la vitesse de solidification. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les terres yttriques contenues dans les sables monazités.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Note (1), P. Schützenberger et moi, nous avions signalé l'existence probable d'une nouvelle terre précipitant par l'acide oxalique, ne donnant pas de sulfate double insoluble avec les sulfates alcalins, dont le poids atomique devait être voisin de 102. Ce n'était là qu'une première indication, et ce sont les résultats obtenus depuis que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» *a*. J'ai mélangé les oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants sont : 102,2; 102,45; 102,6; 103; 102,4, et je les ai dissous dans l'acide nitrique. Le nitrate a été transformé en sulfate et, après addition de sulfate de potassium pour enlever les terres du groupe cérique (2), les terres yttriques ont été précipitées par l'ammoniaque.

» Les hydrates, après lavage pour les débarrasser de toute trace d'alcali, ont été dissous dans l'acide nitrique. Ce nitrate a été soumis à une fusion fractionnée à 325° :

Sous-nitrate........................	Pa = 103,0
Eaux-mères	Pa = 97,7

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 697.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 900.

» L'oxyde 103, transformé en nitrate et soumis à une nouvelle fusion, a donné :

Sous-nitrate..........................	Pa = 109,5
Eaux-mères..........................	Pa = 100,6

» Enfin, l'eau-mère 97,7, par fractionnement analogue, a donné :

Sous-nitrate..........................	Pa = 98,7
Eaux-mères..........................	Pa = 97,5

» *b.* Dans cette seconde série, j'ai mélangé différents oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants variaient de 95,1 à 99,1 (la plus grande partie avait donné des nombres variant de 98,2 à 99,1). J'ai appliqué à ce mélange le traitement indiqué plus haut, et les terres yttriques ainsi obtenues ont été dissoutes dans l'acide nitrique. Le nitrate a été soumis à une fusion fractionnée à 325°, qui a donné

Sous-nitrate n° 1..........................	Pa = 103,6
Sous-nitrate n° 2..........................	Pa = 97,5
Eaux-mères..........................	Pa = 96,7

» Le sous-nitrate n° 1, soumis à une nouvelle fusion, s'est scindé en deux portions :

Sous-nitrate n° 1..........................	Pa = 108,5
Eaux-mères..........................	Pa = 98,5

» *c.* J'ai mélangé tous les oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants variaient de 96 à 112; j'ai ainsi obtenu 70gr environ.

» Après avoir éliminé les terres du groupe cérique par le sulfate de potassium, les oxydes non précipités ont été dissous dans l'acide nitrique, et la solution du nitrate neutre a été additionnée d'*hyposulfite de sodium*. Il se produit un précipité; la réaction est plus rapide à chaud qu'à froid. Le précipité est recueilli sur filtre et lavé. Dans la liqueur claire, on enlève l'excès d'hyposulfite alcalin et l'on ramène les terres non précipitées à l'état d'oxalates.

» J'ai ainsi obtenu 45gr de terres précipitables par l'hyposulfite de sodium et 25gr de terres non précipitables. Je poursuis actuellement l'étude de ces deux fractions. Cette propriété de l'hyposulfite de sodium m'a semblé d'autant plus intéressante que Fresenius, dans son *Traité de Chimie qualitative* [1], indique que les sels d'yttrium ne précipitent pas par l'hyposulfite de sodium.

» Les oxydes yttriques étudiés dans ces trois séries donnent des solutions presque incolores, dont le spectre d'absorption est très faible; il est caractérisé par les longueurs d'onde suivantes :

657-663..........................	très faible (erbium)
643-639..........................	très faible (holmium)
537..........................	très faible (holmium)
524-522..........................	faible (erbium)

---

[1] *Traité de Chimie qualitative,* 8e édition française, p. 134.

» Les solutions, examinées sous une épaisseur de 4^{cm}, étaient saturées; la terre était à l'état de sulfate.

» Si l'on compare maintenant les résultats obtenus dans les deux premières séries, on voit que le poids atomique minimum qui ait été atteint est 96,7, et que les autres nombres obtenus se rapprochent beaucoup de 97,5. Nous sommes loin du poids atomique de l'yttrium qui est 89,5.

» M. Drossbach (1), en étudiant une monazite, a signalé l'existence probable d'une terre dont le poids atomique serait voisin de 100. Ce savant estime qu'il y a là une nouvelle série de terres, dans la proportion de 20 à 30 pour 100.

» MM. Urbain et Budichowsky (2), en fractionnant les acétylacétonates des terres yttriques, M. Urbain, en étudiant les éthylsulfates, ont atteint une limite inférieure de termes indédoublables, limite qui ne descend pas au-dessous de 95.

» Ces résultats, postérieurs à ceux que P. Schützenberger et moi nous avions indiqués, viennent les confirmer.

» De cet ensemble de faits devons-nous conclure à la présence d'une nouvelle terre? ou bien avons-nous affaire à un mélange d'yttria et d'une terre à poids atomique plus élevé? Dans cette hypothèse, il faudrait admettre un mélange de plus de 90 parties d'yttria contre 10 d'erbine (poids atomique moyen : 97,6), ou d'ytterbine (poids atomique moyen : 98,2), ou de terbine (poids atomique moyen : 95,7).

» Nordenskiöld (3), en 1886, a obtenu un oxyde de poids atomique constant 107, qu'il a appelé *oxyde de gadolinium;* il pensait qu'on était autorisé à admettre que l'oxyde de gadolinium, quoiqu'il ne soit pas l'oxyde d'un corps simple, mais un mélange de trois oxydes isomorphes, même lorsqu'il provient de minéraux tout à fait différents et trouvés dans des localités très éloignées l'une de l'autre, possède un poids atomique constant. L'oxyde de poids atomique 97 est-il un oxyde de même genre?

» D'autre part, est-il permis de supposer l'existence d'un nouvel élément, voisin de l'yttrium? Cette hypothèse n'est pas invraisemblable; il suffit de se rappeler la discussion entre M. Lecoq de Boisbaudran et M. Crookes (4) sur la nature de l'yttrium.

---

(1) *Berichte*, t. XXIX, n° 15, p. 2452. *Moniteur Quesneville*, mai 1897, p. 351.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 618; t. CXXVI, p. 835.
(3) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 795.
(4) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 165.

» M. Crookes appelle *yttria* un mélange de terres douées de fluorescences variées et dont les éléments forment une famille de corps très voisins; espèces d'yttriums dont les poids atomiques doivent osciller autour de 89; enfin ces diverses yttrias donnent toutes le même spectre électrique.

» M. Lecoq de Boisbaudran nomme *yttria* la terre (*qu'on la suppose simple ou complexe*), non fluorescente, qui produit le spectre si connu et dont le poids atomique est 89.

» En résumé, le procédé des fractionnements (sulfates, nitrates, acétylcétonates, éthylsulfates) donne une limite inférieure de termes indédoublables, limite qui varie autour de 96. Cette limite n'est-elle qu'apparente? C'est un point que des recherches que je poursuis actuellement parviendront peut-être à élucider. »

CHIMIE. — *L'acide carbonique de l'atmosphère.* Note de MM. **Albert-Lévy** et **H. Henriet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« M. A. Gautier a montré, dans ses expériences, que la potasse, employée comme absorbant de l'acide carbonique, laisse toujours échapper un volume d'acide égal, au minimum, au millionième du volume de l'air circulant.

» Nous faisons, depuis vingt ans, le dosage quotidien de l'acide carbonique atmosphérique; nos résultats, publiés dans les *Annuaires de l'Observatoire de Montsouris*, indiquent des variations dont l'amplitude est telle qu'une pareille différence peut être considérée comme négligeable. D'ailleurs, les erreurs inévitables dues aux manipulations ne nous permettent pas d'obtenir une approximation inférieure à ce millionième qui correspond à moins d'une goutte de notre liqueur acide. Mais nous avons toujours constaté que la baryte est l'absorbant par excellence de l'acide carbonique et nous avons eu l'idée de doser simultanément, chaque jour, cet acide par la potasse et par la baryte. Les résultats de cette double analyse nous ont conduits à des conséquences intéressantes.

» A Montsouris, au sud de la ville, presque à la campagne, on obtient généralement les mêmes nombres avec la potasse et la baryte : les seconds tubes témoins, soit de potasse, soit de baryte, ne contiennent rien. Voici les résultats obtenus par MM. Marboutin, Pécoul, Bouyssy durant la première semaine d'avril dernier :

1898.	Volume à zéro et 760mm.	Lectures d'acide carbonique. Repère.	1er tube.	2e tube.	Absorbant.	Acide carbonique dans 100mc d'air.
	lit	cc	cc	cc		
Avril 4.....	224,2	23,32	11,20	23,32	Potasse	30,8
»	212,4	25,00	13,55	25,00	Baryte	30,8
» 6.....	132,1	23,32	16,00	23,32	Potasse	31,5
»	128,5	25,00	17,90	25,00	Baryte	31,5
» 8.....	148,8	21,70	13,25	21,70	Potasse	32,4
»	147,6	25,00	16,60	25,00	Baryte	32,4

» A la place Saint-Gervais, au centre de la ville, c'est au contraire l'identité des résultats qui est l'exception. Tantôt nous trouvons deux nombres pareils, à $\frac{1}{1000000}$ près :

1898.		Volume à zéro et 760mm.	Acide dans 100mc d'air.
		lit	lit
Mai 23.	Potasse............	117,56	31,7
»	Baryte.............	116,69	31,8
» 25.	Potasse............	117,35	32,3
»	Baryte.............	116,12	32,2

tantôt nous trouvons des différences de $\frac{30}{1000000}$ et au delà :

1897.		Volume à zéro et 760mm.	Acide dans 100mc d'air.
		lit	lit
Juillet 13.	Potasse...........	232,2	28,9
»	Baryte............	223,4	31,3
» 15.	Potasse...........	201,9	28,2
»	Baryte............	281,7	31,2

» Les mêmes jours où l'on constatait de pareilles différences, nous observions qu'en opérant avec deux ballons de 6lit, et en laissant l'acide au contact prolongé des alcalis, même extrêmement dilués, on obtenait le même nombre avec la potasse et la baryte, un peu supérieur à celui que donnait la baryte dans la première expérience. Ces différences entre l'action des deux alcalis, variables aux diverses époques de l'année, variables en un même lieu avec l'altitude, variables selon le degré de dilution des liqueurs, nous ont fait penser qu'il y avait là un phénomène autre que celui de l'absorption de l'acide carbonique atmosphérique.

» Des expériences nombreuses, qui seront relatées dans un Mémoire que nous préparons, nous font penser que les alcalis, potasse et baryte, ont

une double action sur l'air atmosphérique : ils absorbent l'acide carbonique à peu près de la même façon; mais, au contact de l'oxygène de l'air, ils transformeraient en acide carbonique, et cela avec une vitesse différente, le carbone des matières organiques gazeuses qui existent dans l'air.

» A Montsouris, le second tube de baryte reste toujours clair; à la place Saint-Gervais il offre presque toujours un dépôt d'une forme toute spéciale (arêtes de poisson) semblant indiquer une précipitation après dissolution.

» L'existence de ces matières organiques gazeuses nous paraît ressortir des expériences suivantes qui indiquent en outre quelques-unes de leurs propriétés :

» Le même air qui donne des poids différents d'acide carbonique avec la potasse et la baryte, étant débarrassé des matières en suspension, puis dirigé dans un tube en porcelaine chauffé au rouge et contenant de l'oxyde de cuivre, donne alors des poids égaux d'acide sur la baryte et la potasse, poids légèrement plus élevés que dans la première expérience.

» Si l'on comprime de l'air dans un réservoir et qu'on remplisse par des détentes rapides une série de ballons, le taux d'acide carbonique augmente d'une manière continue. Si l'on opère une série de détentes, lentes et rapides, les nombres obtenus sont alternativement forts et faibles. Ces résultats sont dus à des phénomènes de condensation ainsi que nous le montrerons, phénomènes qui permettent d'expliquer l'odeur des brouillards et leur forte teneur en acide carbonique.

» Des dosages faits au niveau du sol sembleraient indiquer que la terre est la source principale de ces matières gazeuses. En comprimant dans un ballon de verre de l'air provenant du sol du cimetière du Père-Lachaise et opérant une détente brusque, le ballon s'est subitement rempli d'un brouillard marron foncé qui s'est dissipé au bout de quelques secondes sans laisser la moindre trace sur les parois.

» Nous pensons que ces matières organiques gazeuses doivent être brûlées par l'ozone atmosphérique, ce qui expliquerait la faible proportion de ce gaz et même son absence dans l'air des villes. Nous avions déjà reconnu, dans l'air de Montsouris, qu'à certaines heures de la journée l'ozone atmosphérique disparaissait brusquement pour reparaître peu après. Nous continuons ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une heptacétine cristallisée, dérivée de l'ouabaïne.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« L'anhydride acétique, soit seul, soit additionné de $ZnCl^2$, agit assez facilement à chaud sur l'ouabaïne anhydre, mais l'on obtient ainsi toujours des acétines amorphes fortement colorées, constituées vraisemblablement par des mélanges; à froid, la réaction est très longue à se produire, mais on obtient alors un dérivé cristallisé qui se forme après déshydratation préalable de l'ouabaïne sous l'influence de l'anhydride acétique et du $ZnCl^2$.

» Cependant il est encore préférable de préparer cette acétine cristallisée en opérant vers 60° :

» On prend 250gr d'anhydride acétique pur, on y dissout à chaud 5gr de $ZnCl^2$, on laisse refroidir et l'on ajoute alors, d'un seul coup, 25gr d'ouabaïne anhydre en poudre fine (ouabaïne séchée pendant vingt-quatre heures à 110°). On chauffe légèrement jusqu'à 30° ou 35° pour amorcer la réaction; la température s'élève alors, spontanément, à 70°-75°. L'ouabaïne, primitivement en suspension dans le liquide, se dissout rapidement, surtout si l'on prend soin d'agiter le mélange. Le liquide se colore en brun clair et devient bientôt limpide; si la température descend au-dessous de 60°, on chauffe doucement pour la ramener à 70°, finalement on laisse refroidir et l'on verse le liquide dans cinq ou six fois son volume d'eau chaude. Par le repos, le mélange d'acétine insoluble se dépose en un magma cristallin que l'on purifie en le faisant dissoudre dans l'alcool à 85° bouillant; une partie de l'acétine ne tarde pas à cristalliser en petites écailles brillantes, que l'on obtient facilement tout à fait pures par plusieurs cristallisations dans l'alcool.

» Le rendement en acétine cristallisée est d'environ 50 pour 100 de l'ouabaïne traitée, car il se forme en même temps une forte proportion d'acétine amorphe, très soluble dans l'alcool et dans la plupart des autres dissolvants, et qui paraît résulter de l'éthérification d'un produit de déshydratation plus avancée de l'ouabaïne.

» L'acétine cristallisée est insoluble dans l'eau, assez soluble dans l'acide acétique, même étendu, facilement dans l'alcool chaud, peu dans l'alcool froid :

		Acétine.
	°	gr
100 parties d'alcool à 85° dissolvent	à 15,5........	0,720
»	à 16,5........	0,730
»	à 20,0........	0,855

» Elle est presque insoluble dans l'éther ordinaire, très soluble dans

l'éther acétique et dans l'acétone. Elle cristallise en minces lamelles rhombiques anhydres. Elle fond vers 310° en se décomposant rapidement. Elle est lévogyre

$$(\alpha)D = -68°,5 \ [(\alpha)d = -2°,30' \ (\text{pour } V = 100; \ \lambda = 0^{m},50; \ \pi = 0^{gr},730)]$$

en solution dans l'alcool à 85°. Avec d'autres dilutions, on a trouvé

$$(\alpha)D = -68°,4 \text{ et } -68°,6.$$

» Saponifiée par les alcalis, potasse ou baryte, elle donne naissance, en même temps qu'à l'acétate alcalin correspondant, à un corps à fonction acide, amorphe, et qui paraît se rapprocher par ses propriétés de l'acide ouabaïque, mais qui en diffère cependant très nettement par son pouvoir rotatoire, lequel, tout en étant de même sens, est de valeur beaucoup moindre. Ce corps, acide, s'hydrolyse facilement par l'action des acides minéraux étendus, bouillants, en donnant une résine insoluble dans l'eau, et une forte proportion de rhamnose.

» L'acétine cristallisée possède donc encore la fonction glucoside et est un dérivé de l'ouabaïne et non pas d'un produit de dédoublement de celle-ci, ainsi que le montrent du reste les analyses élémentaires suivantes de l'acétine cristallisée séchée à 110° :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{44}H^{58}O^{18}$.
Carbone	60,13	60,17	60,32	60,41
Hydrogène	6,72	6,73	6,64	6,63
Oxygène	»	»	»	32,96
				100,00

» Ces résultats correspondent à une heptacétine prenant naissance après déshydratation de l'ouabaïne : $C^{30}H^{46}O^{12} - H^2O = C^{30}H^{44}O^{11}$ qui par éthérification donne l'heptacétine : $C^{30}H^{37}(C^2H^3O)^7O^{11}$.

» En effet, une heptacétine correspondant à l'ouabaïne non déshydratée exigerait seulement : carbone 59,20; hydrogène 6,72, ce qui ne concorde pas avec les analyses précédentes, ni avec les dosages d'acide acétique après saponification. Du reste, malgré toutes les expériences tentées à ce sujet, il a été impossible de régénérer l'ouabaïne de cette acétine par saponification avec les acides ou les alcalis.

» Le dosage des acétyles fixés a été fait de la manière suivante : L'acétine a été d'abord saponifiée en tube scellé avec de l'eau de baryte concen-

trée, en chauffant pendant plusieurs heures à 110°. Le produit de la réaction, additionné d'un léger excès de SO^4H^2, a été introduit dans un appareil permettant la distillation dans un courant de vapeur d'eau ; l'acide acétique mis en liberté est ainsi entraîné en totalité ainsi que l'ont démontré des expériences de contrôle. L'acide distillé a été titré alcalimétriquement :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{30}H^{37}(C^2H^3O)^7O^{11}$.
Acide acétique.........	49,15	49,20	49,35	49,199 pour 100.

» L'ouabaïne contient donc neuf hydroxyles, dont quatre appartiennent certainement au groupe du rhamnose $CH^3(CHOH)^4COH$, contenu dans ce glucoside ; les cinq autres appartenant alors au second groupement, encore inconnu, qui perd deux OH en se déshydratant avant de s'éthérifier.

» Quant à l'acétine amorphe ([1]), qui se forme en même temps que celle qui vient d'être étudiée, elle contient davantage de carbone (carbone 62,07 ; hydrogène 6,69) quoiqu'elle fournisse par saponification une proportion moindre d'acide acétique. Elle est donc l'éther d'un produit de déshydratation plus avancé de l'ouabaïne, qui sans doute perd alors deux molécules d'eau avant de s'éthérifier, ne conservant ainsi que cinq groupements OH. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques acétals de la pyrocatéchine.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« Les acétals $R - CH = (OR')^2$ sont des éthers dialcooliques d'hydrates d'aldéhydes $R - CH = (OH)^2$ peu stables : les agents les plus faibles suffisent, en général, à détruire la double fonction éther-oxyde, l'acétal se dédoublant en aldéhyde et deux molécules alcooliques.

» Poursuivant l'étude des dérivés de la pyrocatéchine, il m'a paru intéressant de rechercher quelle pourrait être l'action exercée sur la fonction acétal par la fonction phénol demeurée libre dans l'oxyacétal-phénol encore inconnu $C^6H^4.(OH)_{(1)}.[O - CH^2 - CH(OC^2H^5)^2]_{(2)}$. Aussi bien la position ortho de cette dernière devait-elle favoriser les réactions.

» L'oxyacétal-phénol, dont l'étude fait l'objet principal de cette Note, prend naissance lorsqu'on chauffe en tubes scellés, à 175°, de la pyrocaté-

(1) Cette acétine renferme encore de l'heptacétine cristallisée qui ne peut en être séparée.

chine monosodée (1 molécule) avec de l'acétal monochloré

$$CH^2Cl - CH(OC^2H^5)^2 \text{ (1 molécule)},$$

en présence d'alcool absolu. Il se forme toujours en même temps, dans cette réaction, une certaine proportion de diacétal

$$C^6H^4[O - CH^2 - CH(OC^2H^5)^2]^2_{(1.2)},$$

que l'on sépare, au moyen de la soude étendue où il est insoluble, du monoacétal et de la pyrocatéchine restée inattaquée. On isole le monoacétal en acidulant la liqueur alcaline par l'acide chlorhydrique, qui le précipite sous la forme d'une huile lourde insoluble. On le débarrasse, par des lavages à l'eau répétés, de traces de pyrocatéchine qu'il retient énergiquement. Il est impossible de le purifier par distillation : il se décompose, en effet, au moins partiellement, pendant cette opération, même effectuée sous pression réduite. L'action de la chaleur sur le monoacétal sera d'ailleurs étudiée plus loin.

» L'aldéhyde correspondante $C^6H^4(OH)_{(1)}$, $(O - CH^2 - CHO)_{(2)}$ a été obtenue en hydrolysant l'acétal par l'acide sulfurique étendu à l'ébullition. C'est une huile lourde, épaisse, incolore, qui distille à 139° ($H = 9^{mm}$) sans décomposition, peu soluble dans l'eau à froid, plus soluble à chaud, soluble dans les alcalis d'où elle peut être reprécipitée par les acides. Quoique possédant une fonction phénol, ce corps ne donne, avec le chlorure ferrique, aucune coloration. Par sa fonction aldéhyde, il réduit le nitrate d'argent ammoniacal, colore en rouge violacé le bisulfite de rosaniline et fournit, avec le bisulfite de soude, une combinaison cristallisée dont l'existence rend sa purification très facile. Il se décompose par la chaleur en perdant de l'eau à partir de 225°. Le produit de déshydratation qui se forme ainsi et qui doit être l'éthène-pyrocatéchine $C^6H^4 = O^2C^2H^2_{(1.2)}$ se détruit ou se polymérise à mesure qu'il prend naissance.

» L'éther acétique $C^6H^4(O\text{-}COCH^3)_{(1)}.(O\text{-}CH^2 - CHO)_{(2)}$ distille sans décomposition à 141° ($H = 8^{mm}$). Il réduit le nitrate d'argent ammoniacal et colore très lentement le bisulfite de rosaniline. Il se détruit lorsqu'on le chauffe à partir de 220° environ.

» L'action de la chaleur sur le monoacétal est particulièrement intéressante. Dès la température de 210°-215°, il y a élimination d'une molécule d'alcool, facile à caractériser à l'état d'iodoforme, et d'un corps neutre,

insoluble dans les alcalis, l'éthoxyléthane-pyrocatéchine

$$C^6H^4\begin{cases}(1)O - CH^2 - CH\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\\(2)OH\end{cases} = C^2H^6O + C^6H^4\begin{cases}O - CH^2\\O - CH - OC^2H^5\end{cases}.$$

Monoacétal. Ethoxyléthane-pyrocatéchine.

» Cette nouvelle substance, qui se présente sous la forme d'une huile incolore, est facilement entraînable par la vapeur d'eau. Elle bout exactement à 247° (corr.), et a pour densité 1,158 à 0°.

» L'acide sulfurique dilué et bouillant l'hydrolyse lentement, avec élimination d'une molécule d'alcool et formation d'une aldéhyde identique à celle décrite plus haut

$$C^6H^4\begin{cases}O - CH^2\\O - CH - OC^2H^5\end{cases} + H^2O = C^6H^4\begin{cases}O - CH^2 - CHO\\OH\end{cases} + C^2H^6O.$$

» L'éthoxyléthane-pyrocatéchine, en effet, est en réalité un acétal d'un genre particulier; l'une des deux fonctions éther-oxyde fixée sur le carbone aldéhydique $\left(-\overset{|}{C}H-\right)$ est de nature alcoolique ($-OC^2H^5$), et la seconde de nature phénolique. C'est peut-être le premier exemple connu de ces sortes d'acétals mixtes.

» Quant au diacétal $C^6H^4[O - CH^2 - CH = (OC^2H^5)^2]^2$, on l'obtient à l'état pur par lavage à la soude étendue du produit brut et rectification. Il constitue un liquide huileux distillant à 195°-197° ($H = 9^{mm}$), et de densité 1,061 à 0°. On peut l'hydrolyser en quelques heures en le chauffant à reflux avec de l'acide sulfurique très dilué. L'aldéhyde qui prend naissance est soluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther.

» On voit, en résumé, que l'influence exercée par la fonction phénol libre sur la fonction acétal, dans l'oxyacétal-phénol, tend vers la production d'un acétal mixte à chaîne fermée hexagonale, ce dernier composé étant susceptible de rouvrir sa chaîne par hydratation, avec formation de l'aldéhyde correspondant à l'oxyacétal-phénol primitif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration de la cellulose et de ses dérivés hydro et oxy.* Note de M. **Léo Vignon**.

« J'ai soumis à la nitration la cellulose pure du coton, l'hydrocellulose et l'oxycellulose qui en dérivent.

» Ces substances ont été préparées dans les conditions précisées par mes Communications précédentes (*Comptes rendus*, 20 septembre 1897, 9 mai 1898).

» La nitration a été poussée à son maximum, afin de rechercher si le nombre des hydroxyles éthérifiables de la cellulose avait subi une modification par la transformation de cette substance en hydro- et en oxycellulose.

» 10^{gr} de cellulose, d'hydrocellulose et d'oxycellulose sèches ont été immergés respectivement dans 150^{cc} d'un mélange de :

3 parties en poids	SO^4H^2,	densité.............	1,84
1	»	AzO^3H, »	1,50

» La température a été réglée à 10° pendant le mélange et maintenue à 10°-12° pendant vingt-quatre heures; on a précipité ensuite dans 2^{lit} d'eau froide, lavé jusqu'à neutralité, essoré, séché et pesé.

» On a obtenu des poids sensiblement égaux de produits dans les trois cas (14^{gr}-16^{gr}).

» L'azote a été dosé dans ces produits nitrés à l'état d'AzO :

	Volume de AzO pour 1^{gr} de produit sec.
	cc
Nitrocellulose......................	203,4
Nitrohydrocellulose..................	202,9
Nitrooxycellulose....................	198,7

» Ces produits nitrés présentent les caractères suivants :

» Ils sont inflammables; conservée à l'air, l'hydrocellulose nitrée jaunit et s'altère. Il en est de même de l'oxycellulose nitrée, qui s'altère cependant avec plus de lenteur, tandis que la nitrocellulose se montre stable.

» *Action du réactif de Schiff* (fuchsine, acide sulfureux). — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées ont des propriétés aldéhydiques faibles; celles de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées, mais elles ne semblent pas avoir augmenté par la nitration.

» *Liqueur cupropotassique*. — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées réduisent énergiquement à l'ébullition; les propriétés réductrices de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées et se manifestent avant l'ébullition.

» *La solution de potasse à* 35° B. attaque inégalement les produits nitrés.

» La cellulose nitrée est attaquée seulement au bout de quelques heures; elle se dissout en jaune clair.

» L'hydrocellulose nitrée est attaquée plus rapidement (une heure), mais dans les mêmes conditions que le produit précédent.

» L'oxycellulose nitrée donne, au bout de quelques minutes, une solution analogue à celle de la nitrohydrocellulose, puis la masse se dissout complètement, avec faible dégagement gazeux, brunissement rapide, tandis que la température s'élève jusque vers 60°.

» *Formation du furfural.* — Les trois produits nitrés, distillés avec de l'acide chlorhydrique de densité 1,06, laissent dégager de grandes quantités de vapeurs nitreuses; le distillatum recueilli, neutralisé, puis acidulé par l'acide acétique, se trouble par la phénylhydrazine et accuse la formation de furfural en très petites quantités pour la cellulose et l'hydrocellulose, en quantités plus grandes pour la nitrooxycellulose, résultat de trois nitrations successives.

» Les trois celluloses ont été soumises à trois nitrations successives dans les conditions précédemment indiquées : avant chaque nitration les matières ont été desséchées, pour éviter la dilution du mélange nitrant.

» On a dosé l'azote fixé après chaque opération à l'état d'AzO :

	Volume d'AzO pour 1gr de matière sèche.		
	1re nitration.	2e nitration.	3e nitration.
	cc	cc	cc
Cellulose.............	203,4	212	213
Hydrocellulose........	202,9	208,7	208
Oxycellulose..........	198,7	197,5	208

» La fixation de 11 AzO^2 pour une molécule de cellulose en C^{24} exige 214^{cc} AzO.

» On peut considérer en somme que les trois corps envisagés donnent des dérivés également nitrés quand l'action nitrante est portée à son maximum.

» Les quantités un peu plus faibles d'AzO données par l'hydrocellulose et l'oxycellulose, par rapport à la cellulose, s'expliquent par des différences d'état physique moins favorable pour les deux premiers corps et par l'augmentation de leur poids moléculaire qui s'est accru par fixation d'eau ou d'oxygène.

» Nous pouvons conclure de ces expériences, que la cellulose, dans sa transformation en hydro- et en oxycellulose, n'a pas éprouvé de change-

ments très considérables dans la structure élémentaire de son type chimique initial. Elle n'a subi, pour ainsi dire, que des modifications partielles que nous chercherons à préciser. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mucine nouvelle extraite d'un kyste ovarien.* Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Vers la fin de 1895, le Dr Sousa Refoios me remettait, pour en faire l'étude, le contenu d'un kyste colloïde ovarien, multiloculaire, d'aspect gélatineux, tremblotant, collant un peu aux doigts. J'eus d'abord l'idée que la substance principale qui le constituait était la *colloïdine* étudiée par MM. Wurtz, Gautier et Cazeneuve. Je ne tardais pas à me convaincre qu'il n'en était pas ainsi. Il s'agissait en réalité d'une *mucine spéciale*, différente de toutes celles décrites jusqu'ici, mais appartenant au groupe des *mucines vraies* c'est-à-dire dédoublables par les acides étendus en hydrates de carbone et albuminoïdes.

« *Préparation.* — On fait bouillir la substance gélatineuse ($1^{kg},200$) pendant quinze heures à 100° avec deux fois et demie son poids d'eau; la masse se fluidifie, on filtre sur toile, on étend d'eau et l'on précipite le liquide par un léger excès d'acide acétique. Le précipité, ainsi obtenu, est lavé à l'eau, dialysé et mis en digestion avec de l'alcool, puis de l'éther, pour dissoudre des traces de graisse. Après dessiccation sur H^2SO^4 et paraffine on a obtenu 48^{gr} de cette mucine.

» Les liquides filtrés ont été évaporés au bain-marie après neutralisation presque complète par la soude; il se forme pendant l'évaporation un léger précipité d'*albumine*. La liqueur ne renferme plus ni albumoses, ni peptones. On sépare l'acétate de soude par l'alcool et la liqueur est soumise à la méthode générale de M. Gautier, en vue de l'extraction des bases ([1]). L'acide phosphomolybdique y forme un précipité assez abondant qui, après traitement par l'acétate de plomb, fournit des acétates que l'alcool à 50° divise en une partie soluble et un résidu. Ce dernier, peu abondant, a donné les réactions des bases xanthiques; je n'ai pu y reconnaître de bases créatiniques. La partie soluble traitée par le chlorure mercurique précipite quelques bases que l'emploi de l'acétate de cuivre permet de diviser en trois groupes : 1° l'acétate à froid donne un léger précipité de dérivés carbo-pyridiques; 2° à chaud, pas de précipité (les bases xanthiques se trouvaient donc toutes dans la partie insoluble dans l'alcool); 3° les bases ne précipitant pas par l'acétate de cuivre étaient nulles. La liqueur séparée du précipité mercurique nous a donné une quantité de bases trop petite pour l'étude.

([1]) A. Gautier, *Toxines*, p. 64.

» Voici le résultat de l'analyse immédiate de ce kyste, par la méthode que je viens d'indiquer :

Eau	94,0
Substances sèches (dont 4,0 de mucine)	6,0
Albumine et leucomaïnes	1,17
Cendres (formées surtout des chlorures, phosphates et sulfates alcalins)	0,83 [1]

» *Propriétés de la mucine. — Composition centésimale.* Elle résulte de la moyenne de 4 analyses. La matière séchée était à 100° :

Carbone	49,2
Hydrogène	7,0
Azote	12,6
Soufre	0,94
Cendres	0,50

» Cette composition rapproche cette substance des mucines des glandes sous-maxillaires et des tendons. La colloïdine renferme 50 pour 100 d'azote et 30 pour 100 de carbone en moins.

» C'est une matière blanc grisâtre qui se gonfle lentement dans l'eau; cette *pseudo-dissolution* peut être filtrée si elle est étendue; le filtre de biscuit retient toute la mucine en suspension. L'*acide acétique* la précipite en une masse non filante, insoluble à froid dans un grand excès d'acide.

» L'eau, à froid, la gonfle lentement sans la dissoudre; à 100°, l'eau pure ne l'attaque pas; de même à 120° (trois heures). Le liquide renferme des traces de matières albuminoïdes dissoutes. Si la mucine ne renferme pas d'acide acétique il ne se forme aucune substance réductrice.

» Le précipité acétique, même récent et humide, est *insoluble* dans la *potasse* ou la *soude* à $\frac{1}{1000}$. Ces bases à 1 pour 100 ou à 5 pour 100 n'attaquent pas cette mucine à froid; à chaud on obtient une solution jaunâtre que l'acide acétique précipite, mais la mucine a été altérée car ce précipité se redissout dans un excès d'acide. La potasse à 10 pour 100 gonfle la mucine sans paraître l'attaquer; à chaud on obtient une solution jaune que l'acide acétique ne reprécipite plus.

» L'ammoniaque, même à chaud, n'attaque pas cette mucine. Elle est également *insoluble dans l'eau de chaux*, même après plusieurs semaines; elle se gonfle simplement. Après deux mois, une petite partie s'est dissoute et peut être séparée à nouveau par l'acide acétique. A chaud (100° ou 110°) la majeure partie de la mucine reste inattaquée; une petite partie se dissout et la liqueur, qui ne précipite plus par l'acide acé-

---

(1) Les $0^{gr},836$ renfermaient : chlore 0,269; SO^3 0,025; P^2O^5 0,009; sodium 0,174; potassium 0,041; chaux 0,036; magnésie 0,006; fer et alumine 0,025.

tique, renferme des *albumoses* et des *peptones*. Avec l'eau de baryte, cette mucine se transforme en vraies peptones.

» Dans l'action des alcalis étendus on n'observe pas de dégagement d'ammoniaque. Ce fait, joint à l'*insolubilité dans les alcalis étendus* écarte déjà la mucine étudiée des mucines jusqu'ici décrites.

» L'*acide acétique* à 5 pour 100, à froid, gonfle seulement cette mucine. A chaud (100°, une heure) elle est légèrement attaquée; il se forme des albumoses et des hydrates de carbone. A 120° (trois heures) la mucine est complètement dédoublée *en albumoses et en hydrates de carbone* qui réduisent la liqueur de Fehling.

» Les réactions sont de même ordre avec l'acide chlorhydrique à 2, à 5 ou 10 pour 100, qui *ne dissout pas à froid* la mucine, mais qui la dédouble à chaud, et avec l'acide sulfurique à 2 pour 100.

» L'*hydrate de carbone* qui se forme par l'action des acides étendus sur cette mucine répond à la formule $C^6H^{12}O^6$, mais il diffère du glucose; il est inactif au polarimètre, ne fermente pas et réduit abondamment la liqueur de Fehling. Son osazone fond à 164°-165° et cristallise en aiguilles jaunes, réunies en touffes. Le sous-acétate de plomb ammoniacal ne précipite qu'incomplètement ce sucre de ses solutions.

» La solution, obtenue par l'ébullition directe du kyste à l'autoclave, précipitation par l'alcool ou l'acide acétique et redissolution dans l'eau, présente, en outre, les caractères suivants qui la distinguent des autres mucines : la chaleur ne coagule pas ses dissolutions, les sels neutres précipitent cette mucine; la réaction de Millon est très nette; les solutions ne réduisent pas directement la liqueur de Fehling; elles précipitent par le tannin, le ferrocyanure acétique, le chlorure mercurique, l'acétate et le sous-acétate de plomb, le sulfate de cuivre, l'alun; mais *aucun de ces précipités n'est soluble dans un excès.*

» Cette *mucine*, traitée à 45° par la pepsine et l'acide chlorhydrique à 3 pour 1000 se transforme complètement [1] en un mélange de *mucine-albumose* et de *mucine-peptone*, séparables par le sulfate d'ammonium.

» Cette substance, soumise à 190°, durant soixante heures, à l'action de la baryte cristallisée, selon la méthode de Schützenberger (20^{gr} mucine, 60^{gr} baryte, 100^{gr} eau), donne :

Azote ammoniacal	3,5
Anhydride carbonique	3,3
Acide oxalique	2,4
Acide acétique	4,7

---

[1] On exclut ainsi l'idée d'une nucléo-albumine.

et un *résidu fixe* qui avait la composition suivante :

Carbone	46,5
Hydrogène	7,9
Azote	9,3

Ce résidu ne réduisait pas la liqueur de Fehling.

» La substance principale étudiée dans cette Note appartient, on le voit, à la classe des *vraies mucines;* elle ne peut se confondre avec le mucoïde de Hammarsten; elle est différente des mucines décrites (escargot, limace, tendons, glandes sous-maxillaires) par son insolubilité dans les alcalis étendus, par l'action des alcalis concentrés, par son insolubilité dans les acides minéraux et par la plupart de ses réactions. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Holothuries recueillies par le* Travailleur *et le* Talisman. Note de M. **Rémy Perrier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai énuméré et décrit les Élasipodes recueillies par les explorations françaises sous-marines. La présente Note, relative aux autres familles d'Holothuries, complète l'exposé de mes recherches sur le groupe dont la Commission des dragages a bien voulu me confier l'étude. Le nombre des individus dont il est ici question est de 277, se rapportant à 31 espèces, dont 15 n'ont pas encore été décrites. Je m'occuperai à peu près exclusivement de ces dernières.

» I. Famille des Holothuriidæ (Aspidochirotes). Ludwig (*Holothuries de l'Albatross*) a divisé cette famille en deux tribus : les Synallactinæ et les Holothuriinæ. Les premières se distinguent : 1° Par l'absence de vésicules tentaculaires; 2° par leurs organes arborescents sans relation avec le système circulatoire; 3° par leur canal hydrophore ouvert à l'extérieur, ou du moins conservant avec la paroi dorsale du corps des connexions plus ou moins étroites. Ces caractères rapprochent nettement cette tribu des Élasipodes; de plus, la subdivision proposée par Ludwig a une grande importance au point de vue bathymétrique. C'est en effet, à quelques exceptions près, aux *Synallactinæ* qu'appartiennent les formes abyssales, tandis que les formes littorales se rattachent à peu près exclusivement aux *Holothuriinæ*. L'évolution du groupe devient ainsi très claire : les *Synallactinæ,* détachées de bonne heure de la souche des *Holothuriinæ,* comme l'indiquent leurs caractères primitifs, ont émigré dans les

(¹) *Comptes rendus,* séance du 23 novembre 1896.

grands fonds et, par une évolution facile à suivre, ont donné naissance au groupe spécialisé des *Élasipodes*.

» La subdivision ci-dessus indiquée nécessite un remaniement dans les groupements génériques :

» **1.** Tribu des SYNALLACTINÆ : 182 individus, répartis en onze espèces, dont sept nouvelles :

» 1° Au genre *Mesothuria* Ludw. légèrement modifié, je rattache *Hol. intestinalis* Asc. et Rath. (440^m-1400^m); *Hol. Verillii* Théel (1100^m-4255^m), l'une des espèces les plus largement répandues dans les grands fonds; sans doute aussi *Hol. Murrayi* Théel, et enfin une espèce nouvelle, *Mes. maroccana* (2200^m), se rattachant à *Hol. Murrayi*, dont elle diffère par son ambulacre impair nu et par l'absence de gros pédicelles sur les ambulacres latéraux;

» 2° *Zygothuria* n. gen. Une seule rangée de gros pieds espacés sur chaque ambulacre latéral; papilles dorsales très petites, un seul buisson génital; madréporite tout contre la paroi du corps. A ce nouveau genre je rattache *Z. lactea* Théel (912^m-1975^m), espèce polymorphe dont j'ai distingué plusieurs variétés; et une espèce nouvelle, *Z. connectens* (1975^m-2518^m), différant de la précédente notamment par ses sclérites à perforations nombreuses plus ou moins arrondies;

» 3° *Pseudostichopus atlanticus* n. sp. (4165^m) diffère de *Ps. villosus* Théel, par ses appendices ambulacraires autrement disposés, non sériés, et ses sclérites en forme de plaques mamelonnées;

» 4° *Pœlopatides grisea* (1918^m-4060^m) n. sp., n'est peut-être qu'une variété de *P. confundens* Théel, dont il diffère par sa forme générale, par ses spicules à bras plus obliques et à tige centrale très courte;

» 5° *Synallactes crucifera* (2115^m) : sur l'ambulacre impair un petit nombre de pieds sur deux rangs; sur les ambulacres latéraux un rang de pieds en zigzag, et au-dessus un rang de papilles; sur chaque ambulacre dorsal, deux rangées de papilles. Sclérites cruciformes très fins;

» 6° *Herpysidia* n. gen. : 20 tentacules; une sole ventrale bordée d'une rangée de papilles; ambulacre impair nu; ambulacres latéraux avec deux rangs de pieds; face dorsale couverte de grosses papilles; deux buissons génitaux. Ici je place *H.* (*Stichopus*) *Tizardi* Théel (830^m-1495^m), et une espèce nouvelle, *H. reptans* (2115^m), belle Holothurie rose, dont les papilles dorsales forment de chaque côté deux rangées assez nettes, avec une papille plus grosse en avant; il existe en outre, sur les interambulacres latéraux, d'autres papilles plus petites, assez nombreuses;

» 7° *Benthothuria funebris* (782^m-1230^m) n. gen. et n. sp. : aspect des *Benthodytes*, mais des poumons; une sole ventrale, portant quatre rangées de pieds, ne dépassant pas le tiers antérieur; papilles dorsales nombreuses sur les interambulacres latéraux, disparaissant sur la région médiane du dos. Pas de sclérites.

» **2.** Tribu des HOLOTHURIINÆ : 35 individus, la plupart des zones superficielles; 7 espèces, dont une seule nouvelle.

» *Holothuria limbata* n. sp. : une sole ventrale différenciée; corps aplati avec un rebord latéral mince; des pieds sur la face dorsale comme sur la sole ventrale. Sclérites : des tables, des spicules dichotomes, de gros spicules recourbés et dentés (564^m).

» II. Fam. des CUCUMARIIDÆ (DENDROCHIROTES) : 19 individus, 7 espèces, dont 3 nouvelles.

» *Cucumaria incurvata* (*Siphothuria* : E. PERRIER, *Expl. sous-marines*, 1886, *fig.* 202). Appendices ambulacraires localisés sur les ambulacres, où ils forment une rangée en zigzag. Ce sont des papilles, soutenues par de longues plaques formant un faisceau rigide et ne laissant libre que l'extrémité de la papille. Sclérites : des plaques percées de trous que séparent des côtes saillantes; des coupes réticulées hémisphériques (60^m-106^m).

» *Ocnus compressus* n. sp. : corps recourbé en U, fortement comprimé latéralement; l'extrémité postérieure amincie en une queue; symétrie bilatérale évidente : pédicelles sur un seul rang, plus nombreux sur les ambulacres latéraux. Sclérites : plaques perforées imbriquées, dont la partie libre est couverte de tubercules triangulaires; des coupes réticulées (627^m).

» *Thyone gadeana* sp. nov. (106^m) diffère de *Th. fusus* par ses pédicelles plus fins et plus serrés, son anneau calcaire beaucoup plus allongé, ses sclérites un peu différentes.

» III. Fam. des TESSELATÆ : 4 individus, formant 2 espèces nouvelles.

» *Hypsilothuria attenuata* (E. PERRIER, *Expl. sous-marines*, 1886, *fig.* 203), décrite avec détail par Ludwig sous le nom de *Sphærothuria bitentaculata* (2325^m).

» *Hyps. Talismani* (E. PERRIER, *Ibid.*, *fig.* 204) (1123^m).

» IV. Fam. des APODES : 37 individus, 6 espèces, dont 2 nouvelles.

» *Ankyroderma loricatum*. Corps allongé, peau lisse; sclérites se recouvrant au point de former un revêtement continu; plaques irrégulières, avec un ou deux prolongements; tables à 6 trous; des spatules, mais pas d'ancres, des granules bruns (1090^m-2425^m).

» *Ank. maroccanum* n. sp. : Diffère de *A. Danielsseni* par ses plaques perforées de deux espèces : les unes grandes, à trous larges et peu nombreux, les autres petites à trous petits et nombreux.

» En résumé la collection des Holothuries draguées par le *Travailleur* et le *Talisman* comprend 631 individus, se répartissant en 46 espèces, dont 26 sont nouvelles. »

ZOOLOGIE. — *Sur les premiers stades embryogéniques de* Serpula infundibulum *et* Hydroïdes pectinata. Note de M. **ALBERT SOULIER**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le mode de formation de la bouche et de l'anus chez la larve trochophore des Annélides est sujet à discussion.

» Le problème ne peut être élucidé que par l'étude d'animaux dont l'embryogénie est dilatée : quelques Serpuliens sont dans ce cas, notam-

ment *Serpula infundibulum* et *Hydroïdes pectinata*. J'ai étudié les premiers stades embryogéniques de ces deux Annélides, à la *Station zoologique de Cette*. J'y ai fait de nombreux essais de fécondation artificielle, et j'ai élevé pendant plusieurs jours les larves dont les transformations ont été observées d'une façon suivie.

» Chez *Serpula* la segmentation est totale et égale; chez *Hydroïdes*, au contraire, la segmentation totale est inégale au début, mais la différence de volume entre les cellules de segmentation ne tarde pas à s'atténuer, si bien qu'au stade morula tous les blastomères sont égaux entre eux, ou à peu près. Peut-être quelques-unes des cellules situées au pôle postérieur présentent-elles des dimensions un peu plus grandes. En tous cas les différences sont insignifiantes. A partir de ce stade l'évolution de *Serpula* et celle d'*Hydroïdes* sont identiques. La description suivante s'applique donc à l'une quelconque de ces deux Annélides.

» Dès la phase blastule, une modification importante se produit. Deux cellules blastodermiques, situées au pôle postérieur, deviennent plus volumineuses que leurs voisines et dessinent une saillie très accentuée, par leur partie interne, dans la cavité de segmentation. Ces deux éléments sont très évidents : ils absorbent en effet l'hématoxyline avec bien plus d'énergie que les autres cellules blastodermiques et acquièrent ainsi une coloration violette assez intense. Ces deux cellules, déjà bien nettes dès la phase blastule, sont les *initiales mésodermiques*. Dès ce moment elles indiquent, par leur situation, les côtés droit et gauche de la future trochophore. L'apparition des initiales mésodermiques précède donc la gastrulation. En effet, c'est seulement au moment où la saillie interne, formée par les deux initiales, est devenue bien marquée, que se produit l'invagination gastrulaire. Le pôle postérieur se déprime et, insensiblement, les cellules qui le constituent s'invaginent dans la cavité de segmentation. L'endoderme prend ainsi naissance. Les deux initiales mésodermiques, placées elles aussi au pôle postérieur, sont entraînées dans ce mouvement et perdent leurs relations avec l'extérieur. Pendant un temps très court, elles forment à droite et à gauche partie des lèvres du blastopore; puis elles ne tardent pas à se séparer de l'endoderme et se trouvent libres dans la cavité de segmentation, tout en demeurant situées dans le voisinage du blastopore. Celui-ci est nettement situé au pôle postérieur.

» L'invagination s'accentue et l'entéron, prenant toujours une plus grande extension, envahit une bonne partie de la cavité de segmentation. Les cellules endodermiques sont très longues, en forme de tronc de pyra-

mide; leur sommet correspond à la région du blastopore. Pendant que s'opèrent ces transformations, les trois ou quatre cellules ectodermiques placées au pôle antérieur sont devenues columnaires et ont acquis des dimensions bien supérieures à celles des éléments ectodermiques voisins. Elles forment la plaque céphalique, première ébauche du système nerveux. Le fond de l'entéron vient s'appliquer, ou peu s'en faut, contre cette plaque. Très généralement, les cellules formant le pôle antérieur et les cellules entériques entrent momentanément en contact par l'intermédiaire de prolongements protoplasmiques. Les expansions de cette nature, issues d'éléments blastodermiques, constituent du reste un fait général.

» Entre temps est apparue une couronne ciliée équatoriale; de même quelques cils très longs, en nombre restreint, se montrent sur la plaque céphalique. Tous ces cils traversent la membrane ovulaire, et permettent la progression de la larve.

» La larve, à ce moment, est encore parfaitement symétrique : la plaque céphalique, l'entéron et le blastopore se trouvent situés sur l'axe longitudinal, antéro-postérieur. Les cellules mésodermiques sont à droite et à gauche. Mais, dès lors, la symétrie disparaît. La région post-équatoriale s'accroît, mais d'une façon oblique. (Cette extension est rendue possible par la disparition de la membrane ovulaire qui, appliquée contre l'ectoderme, forme la cuticule larvaire. Celle-ci ne disparaît pas brusquement en une seule pièce, mais peu à peu. Elle se desquamme d'abord dans la partie terminale de la région post-équatoriale, tandis qu'elle persiste encore fort longtemps comme revêtement de la partie antérieure.) L'accroissement en longueur du blastopore est connexe de l'accroissement de la partie post-équatoriale et se fait dans une direction oblique : son extrémité antérieure occupant toujours la même situation, et son extrémité postérieure se déplaçant.

» Cette obliquité est de nature à masquer les phénomènes subséquents et peut expliquer la diversité des opinions signalées plus haut.

» Le blastopore prend ainsi la forme d'une fente longitudinale et s'étire, en quelque sorte, par le fait de l'extension de la zone post-équatoriale. Il se ferme par accolement des deux lèvres, tandis que la lumière de l'entéron disparaît. Un étranglement circulaire se montre au-dessous de la couronne ciliée, au niveau de l'extrémité antérieure du blastopore et déjà se dessine la forme en cloche de la trochophore. L'accroissement de la zone post-équatoriale s'accentue, la trochophore acquiert insensiblement son aspect définitif et l'extrémité postérieure du blastopore se trouve reportée à l'ex-

trémité postérieure terminale. La situation du blastopore n'est donc plus la même, puisque primitivement celui-ci se trouvait tout entier placé à l'extrémité postérieure de l'axe antéro-postérieur; de plus l'orientation générale a changé : cet axe longitudinal ne passe plus par le centre du blastopore, mais bien par l'extrémité postérieure de celui-ci. Quant à l'entéron il est réduit à un amas cellulaire qui présente l'aspect d'un cordon appliqué contre l'ectoderme, formant les lèvres du blastopore. Ce cordon ne tarde pas à se séparer de l'ectoderme, sauf en deux points, aux deux extrémités antérieures et postérieures du blastophore, où se percent la bouche et l'anus, tandis qu'une nouvelle cavité entérique apparaît par écartement des cellules endodermiques.

» Une seconde couronne ciliée apparaît au-dessous de la bouche. C'est la couronne postorale. L'anneau cilié équatorial devient ainsi la couronne préorale. Pendant ce temps les initiales mésodermiques ont proliféré; elles ont donné un certain nombre de cellules mésenchymateuses, et deux rangées d'éléments qui constituent les bandelettes mésoblastiques. Bientôt, les vésicules ovales, signalées par Stossech, apparaissent ainsi que les taches oculaires; les cellules rénales se montrent et insensiblement l'organisation de la trochophore se complète.

» Le blastopore donne donc naissance à la fois à la bouche et à l'anus; de plus, ses lèvres accolées forment la traînée cellulaire longitudinale qui, sur la face ventrale de la trochophore, s'étend de la bouche à l'anus. »

ZOOLOGIE. — *Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens* (Dodecaceria concharum *Œrst.*). Note de MM. Félix Mesnil et Maurice Caullery, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nous avons signalé (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896) l'existence de *formes épitoques* chez la famille des Cirratuliens et particulièrement chez la *Dodecaceria concharum* Œrst. L'intérêt de cette constatation nous a engagés à étudier d'une façon approfondie l'évolution de cette espèce que nous pouvions nous procurer en extrême abondance. Nous avons été amenés ainsi à la découverte de faits très intéressants pour la Biologie générale. On peut les désigner sous le nom de *polymorphisme évolutif*. Ce sont des transformations très difficiles à suivre d'une façon complète. Bien que nos résultats offrent encore quelques lacunes, nous croyons intéressant d'en donner ici un résumé.

» La *Dodecaria concharum* est une Annélide vivant dans des galeries creusées à l'intérieur du calcaire ; à la Hague, on la trouve dans le *Lithothamnion polymorphum*. Dans son tube, l'animal est replié en U, la face dorsale étant du côté concave. Nous avons distingué les formes suivantes :

» 1° Forme A. — C'est de beaucoup la plus abondante. Elle est de couleur brune, mesure de 2^{cm} à $3^{cm},5$ et a de quarante-cinq à soixante-cinq segments. Elle n'a pas d'yeux, porte une paire de palpes et quatre à six paires de branchies. L'armature sétigère, à partir du sixième ou du septième parapode, se compose, aux deux rames, de soies capillaires (pouvant manquer) et surtout de grosses soies terminées par une excavation en forme de cuiller. L'animal mène une vie très sédentaire ; il reste à peu près immobile, même une fois extrait du calcaire. *Nous n'avons jamais trouvé* (sur plusieurs centaines d'individus, aux diverses saisons et dans diverses localités) *que des femelles de cette forme* [1]. Leur croissance se fait sans métamorphoses ni transformations internes. Les ovules sont de couleur vert bleuâtre et atteignent 200 μ. Les néphridies sont réduites à la paire antérieure. Nous les appellerons *femelles atoques* (forme atoque de notre Note de 1896).

» 2° Forme B_1. — Elle diffère peu de la forme A. Elle est de couleur jaune dans la région moyenne. Les armatures sétigères ont la même constitution, mais, à la base de leur excavation terminale, les soies en cuiller présentent d'un côté une dent saillante. La cavité générale est bourrée de cellules de réserve à granulations éosinophiles. Les organes génitaux sont rudimentaires ; les néphridies sont réduites à la paire antérieure.

» 3° Forme B_2. — C'est celle que nous avons décrite en 1896 sous le nom de *forme épitoque*. Elle est très différente des précédentes. Le prostomium porte deux gros yeux. Les palpes sont atrophiés. Les rames sétigères dorsales, depuis le septième anneau jusqu'aux dix à quinze derniers environ, n'offrent plus que des soies capillaires fines et extrêmement longues (2^{mm}), par faisceaux de trente à quarante. Aux rames ventrales de la même région, on rencontre de place en place une soie en cuiller. Celles-ci sont identiques à celles de B_1. L'animal, extrait du calcaire, nage très activement. Sa cavité générale, où les cellules à réserves ont disparu, est bourrée de produits génitaux mûrs. *Les sexes sont séparés et représentés en proportions égales ;* il n'y a pas dimorphisme sexuel. Le tube digestif est réduit à un mince cordon et n'est plus fonctionnel. Les néphridies, outre la grande paire antérieure, existent dans tous les anneaux, sauf au voisinage des extrémités ; leur ouverture externe est *ventrale par rapport à la rame neurale*. — B_2 résulte de la métamorphose de B_1 ; nous avons suivi cette transformation de la façon la plus complète. B_1, à partir d'un certain stade, et B_2 sont toujours parasitées par une grégarine cœlomique (*Gonospora longissima* Caull. et Mesn.). Elles sont notablement moins abondantes que A et de taille plus

---

(1) M. Monticelli (*Boll. Soc. nat. Napoli*, Vol. 9, 1895) décrit des *Dod. concharum* de Sardaigne, qui se rapportent incontestablement à la forme A, mais qui, d'après lui, sont *hermaphrodites protandriques*. On pourrait donc les considérer comme une forme distincte. Nous nous contentons de la signaler, ne l'ayant jamais observée dans la Manche.

petite (2^{cm} à $2^{cm},5$ en moyenne); ce sera la *petite forme épitoque* ou *épitoque nageuse*. Nous n'avons trouvé B_2 qu'en été. Elle a été vue par Verrill (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, 2, 1879) et appelée par lui *Heterocirrus fimbriatus*.

» 4° FORME C_1. — Elle ne diffère de A que par la couleur jaunâtre des ovules et par la présence de nombreuses glandes à mucus dans l'ectoderme : la région comprise entre les rames des parapodes se transforme de chaque côté en un bourrelet glandulaire dont l'épaisseur atteint deux ou trois fois celle du reste du tégument. Les soies sont identiques à celle de la forme A. *Tous les individus que nous avons trouvés étaient des femelles.*

» 5° FORME C_2. — Elle dérive de C_1 comme B_2 de B_1. C'est aussi une *forme épitoque*, mais de grande taille (plus de 3^{cm}) et peu mobile (*épitoque sédentaire*). Elle a deux yeux sur le prostomium; ses palpes ont persisté. Les soies en cuiller ont disparu, dans la région moyenne, *seulement* aux rames dorsales des parapodes et sont remplacées par de longues soies capillaires mesurant jusqu'à 2^{mm}. Les glandes à mucus se sont étendues à la face dorsale et surtout à la face ventrale. Le tube digestif est atrophié comme dans B_2. Les organes segmentaires, distribués comme dans B_2, s'ouvrent *entre les deux rames des parapodes*, au milieu du bourrelet glandulaire. Cette forme est très fragile et sécrète du mucus en abondance; les œufs, qui sont jaunâtres et mesurent de 120μ à 140μ, en sont enveloppés lors de la ponte. Nous n'avons jusqu'ici rencontré C_1 et C_2 qu'au printemps dernier; elles sont très rares. Nous n'avons pas réussi à trouver un seul mâle.

» La description précédente nous conduit donc à distinguer cinq formes, groupées en trois séries ($A, B_1 — B_2, C_1 — C_2$) qui diffèrent entre elles :

» 1° Par des caractères morphologiques (différence de forme des soies en cuiller dans A, $C_1 — C_2$, d'une part, et $B_1 — B_2$, d'autre part; cette différence n'existe pas sur les individus ayant moins de 15 segments);

» 2° Par leurs parasites (*Gonospora constante* dans $B_1 — B_2$, *n'existant jamais* dans A, $C_1 — C_2$);

» 3° Par leur mode d'évolution. A évolue graduellement et sans métamorphose; les deux autres séries aboutissent à des *formes épitoques* par des transformations, en partie parallèles (atrophie du tube digestif, modifications de l'appareil sétigère, apparition d'yeux sur le prostomium), en partie divergentes (atrophie des palpes dans B_2, développement des glandes à mucus chez $C_1 — C_2$). L'édification des organes, en particulier des organes génitaux, est graduelle chez A et chez $C_1 — C_2$; la métamorphose, dans cette dernière série, est très progressive. Elle est beaucoup plus brusque chez $B_1 — B_2$. Au stade B_1, il y a accumulation de réserves qui remplissent la cavité générale; le passage au stade B_2 se fait rapidement, l'animal cessant de se nourrir et les réserves se résorbant pour fournir la substance des produits sexuels.

» Malgré les différences qui les séparent, nous considérons A, B, C

comme appartenant à une même espèce (*Dodecaceria concharum*) polymorphe, ayant une forme avec mâles et femelles (B) et deux formes avec femelles seulement (A, C). Entre autres raisons, l'absence de toutes traces d'organes mâles chez A et C nous détourne de les regarder comme constituant une espèce distincte de B. Pour résoudre d'une façon certaine le problème des relations entre les diverses formes, il faudrait procéder, *ab ovo*, à des éducations complètes.

» Faisons d'ailleurs remarquer que la position de la limite spécifique entre les diverses formes a une importance secondaire. Si elles appartiennent toutes à la même espèce, les individus de celle-ci évoluent très différemment suivant les cas, puisqu'ils peuvent aboutir soit à une forme atoque A, soit à l'une des deux formes épitoques B_2 et C_2. S'il y a plusieurs espèces, elles résultent nécessairement de la scission récente d'une espèce unique dont les tronçons ont une évolution morphologique et physiologique très dissemblable. Quelle que soit la réalité, ce sont là des phénomènes biologiques très curieux et auxquels nous ne connaissons d'analogues chez les Annélides que dans le cas de la *Nereis Dumerilii*, lié, lui aussi, à la présence de formes épitoques. Nous comptons prochainement exposer tous ces faits en détail. »

BOTANIQUE. — *Sur la sexualité et les affinités des Sphacélariacées.* Note de M. C. Sauvageau, présentée par M. Guignard.

« Les Phéosporées renferment environ 350 espèces réparties dans près de 20 familles, mais des organes de reproduction hétérogamique n'ont été observés que chez un très petit nombre d'entre elles; il se réduit, en effet, à deux Tiloptéridées, trois Cutlériacées et trois *Ectocarpus*. La présence d'anthéridies chez les *Ectocarpus*, découverte par Thuret, parut même si extraordinaire pendant longtemps qu'on n'en a guère tenu compte jusqu'au Mémoire publié par M. Bornet sur ce sujet en 1891; depuis, la fécondation a été observée directement. Les autres Phéosporées sont munies d'organes uniloculaires ou pluriloculaires; on dit souvent que les premiers sont des organes de reproduction asexuée, et que les seconds renferment des gamètes isogames, généralisant ainsi, sans preuve aucune, les observations faites sur l'*Ectocarpus siliculosus* et le *Scytosiphon*. La découverte d'organes sexués chez une Phéosporée appartenant à un groupe différent de ceux cités précédemment a donc une certaine importance.

» J'ai trouvé cette année, à Guéthary, au commencement de mai, le *Sphacelaria Hystrix*, que l'on n'avait rencontré jusqu'à présent qu'aux îles Canaries. Il formait, sur le *Cystoseira ericoides*, de petites touffes denses, isolées ou mêlées à celles du *Sphac. cirrosa*, enfoncées par leur base dans la plante hospitalière, qui portent, sur un même individu ou sur des individus différents, des anthéridies et des sporanges pluriloculaires qui sont très probablement des oogones. Je n'ai pas vu de sporanges uniloculaires. Les anthéridies et les sporanges pluriloculaires, presque sphériques ou peu allongés, sont identiques de forme et de dimensions, mais les logettes des premières sont plus petites. Leur différence de coloration les fait reconnaître à première vue et correspond tout à fait à celles de ces mêmes organes chez les *Cutleria* ou les *Ectocarpus secundus* et *Lebelii*; les anthéridies sont rouge orangé, les sporanges brun foncé.

» La déhiscence est identique dans les deux sortes d'organes, et indépendante pour chaque logette. Jusqu'à ce moment, la surface de l'organe se maintient lisse et uniforme; puis, de chaque logette et vers son milieu s'élève une petite verrue de plus en plus saillante, par la poussée de l'élément inclus, qui sort enfin, mais reste un instant arrondi, immobile, avant de dérouler ses cils. Dans le cas normal, la déhiscence des logettes est simultanée, et l'organe est alors recouvert d'une couche de globules qui bientôt déroulent leurs cils, s'animent et s'échappent dans toutes les directions. Après la déhiscence, chaque logette est percée d'une ouverture circulaire à bords très nets, sans bavures, indiquant une dissolution de la paroi, d'environ 3^{μ} de diamètre pour les anthéridies et 4^{μ} pour les sporanges; la petitesse de l'ouverture nécessite donc une déformation assez grande des éléments mobiles. Les organes vidés se conservent ensuite longtemps sans se déformer, les cloisons de séparation entre les logettes superposées sont très visibles; elles se rejoignent suivant l'axe de l'organe ou autour d'un méat axile.

» Un pareil mode de déhiscence n'est connu, parmi les Phéosporées, que chez les Cutlériacées, et les anthéridies des Tiloptéridées. Il est très probablement le même pour les organes pluriloculaires de toutes les Sphacélariacées. Cependant, il n'a été mentionné que par Pringsheim, à propos du *Cladostephus*, dans son Mémoire de 1873; son observation, passée inaperçue, n'a pas été vérifiée depuis, bien que plusieurs auteurs aient étudié ces plantes, et que la trace de la déhiscence reste longtemps reconnaissable sur les sporanges vidés.

» Les anthérozoïdes, piriformes, ont $5^{\mu},5$-$7^{\mu},5$ sur 3^{μ}-$3^{\mu},5$; le point

rouge situé dans la moitié postérieure est indépendant de l'insertion des cils. Les zoospores, ovales, pâles, à 3-4-5 chromatophores en disques, mesurent 13^{μ}-$13^{\mu},5$ sur $6^{\mu},5$-$7^{\mu},5$. Les déhiscences se font moins bien en cellules de culture que dans des vases; elles sont plus laborieuses et moins simultanées; je n'ai vu ni copulation, ni zoospore fixée avec deux points rouges. Les zoospores s'arrondissent en se fixant et deviennent globuleuses, mais se désorganisent au bout de peu de temps ou de quelques heures, sans toutefois se déformer, ni éclater brusquement, comme le font fréquemment les oosphères non fécondées de l'*Ectocarpus secundus*. Parfois, cependant, un très petit nombre de zoospores fixées persistent plus longtemps; j'ai conservé dans l'eau des zoospores fixées sur des lamelles; presque toutes ont disparu après quelques jours, mais j'en ai retrouvé qui quinze jours après étaient encore en parfait état, mais sans avoir poussé plus loin leur germination. Bien que je n'aie pas réussi à observer de copulation, et bien que les homologies des éléments reproducteurs soient particulièrement difficiles à établir chez les Phéosporées, il semble possible de conclure de la difficulté de germination des zoospores du *Sphacelaria Hystrix*, que ces zoospores sont des oosphères et les sporanges pluriloculaires des oogones.

» J'ai montré dernièrement que l'existence de propagules chez les Tiloptéridées était un lien entre ce groupe et les Sphacélariacées. La morphologie des organes pluriloculaires du *Sphacelaria Hystrix* nous conduit à les rapprocher davantage. Les anthéridies sont construites absolument sur le même type, mais la grande lacune axile des *Tilopteris* est représentée ici par un étroit méat. Le fait que les anthéridies du *Tilopteris* sont terminales ou intercalaires est un caractère de second ordre, simplement générique, et n'a pas à entrer en ligne de compte. D'après ce que nous savons maintenant des oogones des Phéosporées, on pourrait même supposer que les oogones des Tiloptéridées, encore inconnus, sont des organes pluriloculaires.

» Les anthéridies et les oogones des *Cutleria* correspondent aussi à ceux du *Sphacelaria Hystrix*; ils sont simplement plus étroits et, par suite, sans méat axial. Le mode d'accroissement du thalle est, il est vrai, bien différent; mais une Sphacélariacée, le *Battersia*, a un thalle crustacé sans sphacèle, comparable à celui d'un *Aglaozonia* et ses sores fructifères, qui sont ses seules parties dressées, ne paraissent pas sans analogie avec ceux des Cutlériacées. D'ailleurs, le thalle rampant de certains *Sphacelaria* (*S. olivacea*) rappelle la lame rampante découverte par M. Falkenberg à la base des germinations de *Cutleria*.

» Les Ectocarpacées, Tiloptéridacées et Cutlériacées ont donc une étroite parenté non seulement entre elles, mais avec les Sphacélariacées. Enfin, j'ai décrit chez les Myrionémacées une origine endogène des poils, jusqu'alors inconnue, et j'ai fait remarquer alors qu'elle se retrouvait chez les *Sphacelaria cirrosa* et *tribuloïdes;* elle est la même pour le *Sphac. Hystrix* et probablement aussi chez toutes les plantes de la même famille. »

GÉOLOGIE. — *Allure des couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne-Noire.* Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Fouqué.

« Entre Laurens et Cabrières (Hérault) s'étend une bande de terrains paléozoïques, bien connus par la richesse de leurs faunes. Elle comprend les étages suivants : l'ordovicien, le gothlandien (le gédinnien semble faire défaut), le coblencien, l'eifélien, le givétien et le dévonien supérieur ainsi constitué : à la base, le calcaire à *Gephyroceras intumescens,* puis le calcaire à *Parodoceras curvispina,* enfin le calcaire à clyménies, désigné encore sous le nom de *marbre griotte.* En quelques rares points se voient sur les griottes des calcschistes avec intercalations de bancs de lydienne. Plus rarement encore ces derniers sont recouverts par des schistes qui, dans la bande en question, n'ont jamais présenté de fossiles et sont, d'ailleurs, très peu développés. Toute la série précédente est disposée dans l'ordre normal des couches. Elle disparaît vers l'est et vers le sud, suivant les points, sous le permien ou sous le trias, dont le plongement est moindre que celui des couches plus anciennes.

» Le substratum de cette série est formé, de haut en bas, de la manière suivante : sous l'ordovicien et en concordance apparente de stratification avec lui, plongent des schistes bleus et verts, dans lesquels on a signalé la présence de *Pleurodyctium.* Par suite, ils ont été rangés dans le coblencien inférieur. D'autre part, leur position sous les schistes ordoviciens et leur concordance de stratification avec eux les avaient fait attribuer à la base de l'arenig. Mais les fossiles que M. Escot et moi y avons recueillis, bien que très mal conservés, m'ont permis d'y reconnaître une faune de la base du carbonifère. J'ai pu déterminer un Productus voisin de *Pr. semireticulatus,* un grand spirifer du groupe du *Sp. tornacensis,* un autre spirifer et un Cyrtia voisins de types carbonifères. Peut-être y a-t-il parmi les Polypiers une forme du même groupe que le *Pleurodyctium,* mais il n'y a certainement aucune espèce du coblencien inférieur.

» Sous ces schistes apparaissent, en remontant vers le nord, des calcschistes avec intercalations de bancs de lydienne; puis vient tout un ensemble de calcaires schisteux, très épais, sans autres fossiles que des tiges d'encrines. Dans les assises supérieures, assez vivement colorées en rouge, se trouvent des calcaires noduleux au milieu desquels j'ai reconnu quelques rares sections de goniatites. C'est le marbre griotte, et cette série calcaire représente tout le dévonien; mais il montre ici un facies schisteux qui rappelle celui des calcaires cambriens et qui tient aux fortes pressions auxquelles a été soumis ce massif. Il repose d'ailleurs sur les schistes de l'ordovicien inférieur.

» On a donc, en superposition, deux fois la même série, parfois avec quelques lacunes provenant d'érosions. Une pareille disparition ne peut s'expliquer que par suite du glissement du flanc sud d'un anticlinal couché, sur le flanc sud d'un second anticlinal situé plus au nord. La première bande de terrains paléozoïques est donc en *écaille* sur la seconde.

» Cette écaille a subi elle-même des pressions latérales par suite desquelles il s'est produit des plis avec chevauchements, comme c'est le cas dans la région même de Cabrières. Il serait trop long de les décrire ici. De plus les érosions récentes ont découpé cette bande en lambeaux et c'est sous l'aspect d'îlots qu'elle nous apparaît actuellement.

» De l'allure des assises permiennes et triasiques, là où elles reposent sur le paléozoïque plus ancien, on peut conclure que ces dislocations sont antérieures au permien.

» Plus vers l'ouest, entre Tarassac et Roquebrun, les terrains paléozoïques ont été soumis à d'autres efforts qui ont abouti à la formation d'un anticlinal orienté nord-sud. La voûte formée par le dévonien, et peut-être par le carbonifère, a été enlevée par érosion, et les schistes de l'ordovicien apparaissent maintenant dans la partie axiale. C'est dans ces schistes que s'est creusée la dépression dans laquelle coule l'Orb. Cet anticlinal n'était pas symétrique ; son flanc oriental, constitué par toute la série dévonienne, est à une altitude inférieure à celle à laquelle devait se trouver son flanc occidental. Il ne reste, d'ailleurs, de celui-ci que des lambeaux correspondant à la partie inférieure du synclinal adjacent. Tout cet ensemble plongeant vers l'ouest, on peut en conclure que l'anticlinal en question était renversé vers l'est. De plus, la poussée qui a produit cet accident a soulevé toute la série cambrienne à un niveau supérieur à celui de la série dévonienne dans la région orientale dont je me suis occupé tout d'abord. »

GÉOLOGIE. — *Caractéristiques du schiste bitumineux du Bois-d'Asson (Basses-Alpes).* Note de M. C.-Eg. Bertrand.

« 1. De même que le *brownoilshale*, le schiste bitumineux oligocène exploité au Bois-d'Asson est de la gelée humique solidifiée et fossilisée en présence d'un bitume. Sa charge en matières minérales est forte, elle s'élève à 62,79 pour 100. Par suite, la roche présente le facies macroscopique d'un schiste organique. Optiquement sa matière prédominante est la gelée fondamentale. Malgré son facies schisteux, la roche doit donc être regardée comme un charbon humique. C'est un second exemple de cette classe de charbon.

» 2. La gelée fondamentale jaune clair a une structure uniforme dans toute sa hauteur. Elle est stratifiée et légèrement réticulée. Sa réfringence est à peu près celle des parois des grains de pollen. Elle est moins réfringente que les corps jaunes donnés par la gélose.

» 3. Cette gelée a fait prise en se déposant. Le fait est établi par les spicules denses et par les gros disques d'*Orthosira* qu'elle a retenus en suspension. D'autre part, cette gelée était alors extrêmement diluée. Cette dilution est indiquée par la structure réticulée qu'elle a prise lors de sa coagulation. Elle est encore montrée par cet autre fait que les corps légers comme les petites Diatomées et les spicules creux y sont suspendus couchés en position stable. Sa consistance était inférieure à celle d'une gelée aqueuse de gélose titrant 0,004.

» 4. Malgré cette extrême dilution, la contraction de la gelée fondamentale a été très faible : 2,00 sur la verticale, 1,53 parallèlement à l'horizontale transverse, 1,43 parallèlement à l'horizontale radiale [1]. Soit 4,37 en volume. Cette contraction est insuffisante pour expliquer l'origine des matières hydrocarbonées contenues dans la roche. Les grains de pollen et les thalles ont agi comme des corps durs par rapport à la gelée fondamentale.

» 5. La contraction massive de la gelée a déterminé dans sa masse encore molle la production de fentes horizontales qui ont été comblées par un exsudat. Cet exsudat a fait prise comme la gelée initiale. Il tient en suspension des Diatomées et des spicules sphérulaires extrêmement légers,

---

[1] Ces nombres ont été obtenus par des mesures prises au voisinage d'*Orthosira* et de spicules en navette.

des lambeaux lamellaires de la gelée initiale, des écailles fragmentaires de bitume cassées à angles vifs, et des bactérioïdes. Ces derniers corps y sont uniformément répartis. L'exsudat a localisé très nettement la matière minérale, qui est venue y cristalliser très nettement en colonnettes radiées. Postérieurement à la solidification de la roche, les fentes horizontales ont été souvent le siège de grandes ruptures où est venue cristalliser la calcite tardive.

» 6. Je n'ai pas rencontré dans cette gelée de coupures obliques ou de glissements produisant une stratification disloquée.

» 7. La matière argileuse n'est pas individualisée en cristaux tardifs dans le schiste du Bois-d'Asson comme elle l'est dans le brownoilshale. Sa localisation par la gelée fondamentale n'y est donc pas immédiatement reconnaissable.

» 8. La charge de la gelée fondamentale en bactéroïdes est très faible. Ces corps y sont bullaires et flottants.

» 9. Les corps jaunes du schiste du Bois-d'Asson proviennent de la fossilisation dans la gelée brune, en présence d'un bitume, de grains de pollen, de thalles d'une algue gélosique et de fragments résineux. Il y a 1536 grains de pollen par millimètre cube. Ces corps forment à peine 0,003 du volume de la roche. Il y a 224 thalles du *Botryococcites Largac*. Ces algues forment 0,004 du volume du schiste. Il s'agit d'une algue flottante à gelée interposée entre les éléments cellulaires rayonnants. Ils ont produit des corps jaunes d'origine gélosique. Les fragments résineux sont très constants, mais très rares. La grande abondance numérique du pollen et des algues montre comment se fait la transition des charbons humiques aux charbons gélosiques ou bogheads et aux charbons polliniques. Le schiste du Bois-d'Asson ne mérite pas l'appellation de boghead, la gélose fossilisée n'y étant pas la matière dominante.

» 10. Le schiste du Bois-d'Asson contient des spores de Thallophytes, en particulier quelques spores tétracellulaires en séries linéaires. Il contient de très nombreuses Diatomées dont la plus facilement reconnaissable est un grand *Orthosira* voisin de notre *O. arenaria*. Ce sont des Diatomées d'eau douce. Il contient aussi de très nombreuses spicules de spongiaires, spicules en navette, spicules en haltère, spicules sphérulaires. On y voit quelques lames chitineuses. Les menus fragments végétaux humifiés y sont rares. De loin en loin j'ai observé un fragment de feuille. Par ses Diatomées et ses spicules, le schiste du Bois-d'Asson rappelle le schiste de Menat (Puy-de-Dôme).

» 11. La masse organique du schiste du Bois-d'Asson a subi un enrichissement en matières hydrocarbonées. Sa gelée fondamentale et les corps accidentels qu'elle contient ont été soumis à une imprégnation bitumineuse. Le bitume est arrivé tout formé. On ne voit nulle part dans la masse de la roche de corps organiques en décomposition produisant du bitume. Il s'agit d'un bitume peu condensé très facilement figeable. La pénétration de ce bitume a été très hâtive. Cette pénétration est postérieure à la coagulation de la gelée parce que le bitume n'englobe jamais directement les spicules et les Diatomées. Ce bitume se présente à l'état de gouttelettes, de minces lames et de filets affaissés et figés. Lors de la production des grandes fentes à exsudat, le bitume déjà figé n'y a pas pénétré en gouttelettes, mais seulement à l'état de fragments écailleux entraînés mécaniquement comme les autres corps légers que l'exsudat tenait en suspension. Les gouttes bitumineuses sont souvent vacuolaires, à vacuoles étirées. Parfois les vacuoles y sont réinjectées par un bitume plus coloré. Les gouttes bitumineuses voisines ne sont pas soudées. La richesse du schiste du Bois-d'Asson en bitume provient non pas de la rétention de cette matière par sa localisation sur la gelée brune fondamentale, mais de sa conservation presque uniquement mécanique dans cette gelée.

» J'ai compté 420 gouttelettes bitumineuses dans 1^{mmc} de schiste. Elles forment 0,036 du volume total du schiste. Par cette charge relativement élevée en bitume libre, le schiste du Bois-d'Asson constitue une variété intéressante dans la classe des charbons humiques.

» 12. Le schiste du Bois-d'Asson ne contient ni coprolithes, ni coquilles d'Ostracodes.

» 13. Ses minéraux tardifs sont la calcite, la glauconie et la pyrite. Celle-ci est uniformément répartie.

» 14. Vers le haut de la couche de schiste, les Diatomées disparaissent et sont altérées. Les spicules disparaissent ensuite. La gelée fondamentale avec ses organites, les grains de pollen et les thalles de Botryococcites, se retrouve dans la dalle qui recouvre le schiste. La gelée et ses organites vont s'y raréfiant à mesure qu'on s'éloigne du schiste.

» 15. A part le mode d'intervention du bitume, les conditions géogéniques essentielles de la formation du schiste du Bois-d'Asson sont celles qui ont déterminé la formation du schiste ciré d'Écosse. »

MÉDECINE. — *Sur les malades rapatriés par les navires affrétés du Commerce et les transports-hôpitaux de l'État.* Note de M. **Bonnafy**, présentée par M. Lannelongue.

« Au moment où l'on préparait la dernière expédition de Madagascar, l'opinion publique se préoccupa vivement du meilleur moyen qu'il convenait d'employer pour rapatrier les malades qui forcément devaient être nombreux.

» La question était de savoir si l'on aurait recours aux *navires affrétés du Commerce* ou si l'on se servirait tout simplement des *transports-hôpitaux* de l'État. Les gens de métier donnaient sans hésitation leurs préférences aux transports de l'État; mais ils ne pouvaient étayer leur choix sur aucune donnée mathématique; aussi les partisans des affrétés, très ardents et criant très fort, l'emportèrent.

» Comme nos transports-hôpitaux de l'Etat, spécialement construits pour la relève des troupes de la Marine aux colonies et le rapatriement des malades, existent encore quoique immobilisés depuis 1895, j'estime qu'il y a un intérêt sérieux à vous présenter et à faire connaître les résultats d'une statistique de M. Bonnafy, médecin en chef de la Marine, qui établit, d'après les rapports médicaux officiels, la valeur absolue et surtout relative de ces navires.

» Les transports-hôpitaux de l'État, dont le nombre s'élève actuellement à sept, ont commencé à fonctionner en 1879 pour l'Indo-Chine.

» Les conditions de rapatriement étaient une traversée de trente-quatre jours en moyenne, de Saïgon à Toulon, et des parages remarquablement mauvais pour les malades, l'océan Indien et la mer Rouge.

» Dans la période quinquennale allant de 1879 à 1883, ces transports-hôpitaux donnèrent comme moyenne de pertes 17 décès sur 1000 malades (1,7 pour 100); voilà pour leur valeur absolue. Voyons maintenant leur valeur relative :

» A partir de 1886 et jusqu'en 1895, époque où nos transports-hôpitaux ont été immobilisés, pour des raisons absolument étrangères à l'hygiène, on fit concourir, au rapatriement des malades de l'Indo-Chine, des bâtiments affrétés du Commerce. Pendant dix ans (1886-1895), ces deux moyens de transport ont donc fonctionné parallèlement, et cela sensiblement dans la même mesure, puisque, dans cette période, les transports de l'État ont rapatrié 11322 malades et les affrétés du Commerce 11343.

» Si l'on prend la moyenne des pertes subies pendant les traversées, on constate que, sur 1000 malades, les transports-hôpitaux de l'État en perdaient seulement 18, tandis que les affrétés du Commerce en perdaient 26.

» En dehors des services rendus à notre corps d'occupation de l'Indo-Chine, nos transports-hôpitaux ont encore été fort heureusement utilisés dans plusieurs autres expéditions soit coloniales, soit navales, notamment dans l'escadre de l'amiral Courbet sur les côtes de la Chine.

» Il ne faut pas oublier que, grâce à leurs excellents aménagements, en cas d'urgence, pour l'hospitalisation sur place, ces navires pouvaient être immédiatement transformés en *hôpitaux flottants*. Considérés sous ce dernier point de vue, ils pourraient recevoir très largement 300 malades; ce qui, pour fixer les idées, correspond, comme rendement, à trois hôpitaux de campagne. C'est pareil rôle que joua l'un de ces navires, le *Mytho*, dans l'expédition du Dahomey, en 1892, et c'est certainement à cet hôpital flottant, qui permit de soustraire sans retard aux influences telluriques les soldats gravement atteints par le climat, que fut dû en grande partie le succès sanitaire de cette campagne, si bien préparée et conduite par la Marine, et qui est, nous semble-t-il, trop laissée dans l'ombre.

» Pour bien rendre à cette expédition sa vraie physionomie, il nous suffira de relever la donnée suivante :

» Vous savez que, pour mieux apprécier une expédition coloniale, le meilleur critérium réside dans le rapport qui existe entre les morts par le feu de l'ennemi et les morts par la maladie.

» D'autre part, nous avons tous présents à l'esprit les éloges, mérités d'ailleurs, qui furent accordés à l'expédition des Anglais, en 1873, contre les Ashantis dans les mêmes parages.

» Or, si nous comparons les résultats de ces deux expéditions, voici ce que nous constatons en ce qui concerne les effectifs européens, c'est-à-dire les troupes blanches :

» Pour deux morts par le feu de l'ennemi, les Anglais eurent huit morts par maladie, et nous cinq seulement. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juin 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Juin 1898. Tome XIV. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Mémoire sur le Mascaret, par M. Partiot, Ingénieur des Ponts et Chaussées. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées*. Ier Cahier de 1861.) Paris, Dunod, 1891; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Bouquet de la Grye.)

Traité de Métallurgie du fer. Tome premier : *Élaboration des métaux*, par Léon Gages, Capitaine d'Artillerie, etc. Paris, J. Fritsch, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot.)

L'oxyde de carbone, le grisou et le grisoumètre, par M. le Dr Gréhant, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. (Extrait du *Bulletin* de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Avril 1898.) Paris, Chamerot et Renouard, 1898; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ad. Carnot. Renvoyé au concours Montyon : Arts insalubres.)

Recherches sur les limites de l'absorption de l'oxyde de carbone, par le sang d'un mammifère vivant, par M. N. Gréhant, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. (*Arch. de Physiologie*. N° 2. Avril 1898.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot. Renvoyé au concours Montyon : Arts insalubres.)

Coup d'œil sur la Géographie médicale, son passé, son présent et son avenir, par M. le Dr Paul Fabre (de Commentry). Paris, G. Steinheil, 1898; broch. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Page 1534, ligne 17, *au lieu de* Note de M. Charles Lapierre, *lisez* Note de M. Charles Lepierre.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *L'air liquide*. Note de M. D'ARSONVAL [1].

« Dans la séance du 23 mai, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un flacon d'air liquide, obtenu dans mon laboratoire au moyen d'une petite machine du professeur Linde.

» Avant de décrire sommairement cet intéressant appareil je rappellerai brièvement les phases de cette opération, aujourd'hui si simple : la liquéfaction de l'air atmosphérique.

» C'est dans la séance du 24 décembre 1877 que notre Confrère, M. Cailletet, annonça qu'il était arrivé à liquéfier la plupart des gaz

(1) Note communiquée à l'Académie le 6 juin 1898.

réputés permanents. Sa méthode, aussi neuve qu'originale, consistait à refroidir brusquement le gaz, par sa propre détente, après l'avoir comprimé à une pression plus ou moins élevée.

» Nous connaissons aujourd'hui la condition essentielle pour liquéfier un gaz quelconque : il suffit d'abaisser sa température au-dessous de la température critique qui lui est propre. Tant que cette condition n'est pas réalisée, aucune pression, si grande soit-elle, ne peut amener la liquéfaction.

» Pour liquéfier l'air il faut d'abord abaisser sa température à — 140°; cela fait, une pression inférieure à 40 atmosphères permet de l'obtenir à l'état liquide. Si l'on veut l'obtenir à une pression encore plus faible, à la pression atmosphérique, par exemple, de manière à l'avoir en vase ouvert, il faudra abaisser la température jusqu'à — 191°.

» Ces notions, qui nous paraissent aujourd'hui si simples, n'ont pu se faire jour que peu à peu et c'est grâce à elles que la liquéfaction de l'air atmosphérique a cessé d'être une curiosité de laboratoire pour devenir une opération industrielle entre les mains de M. Linde.

» Dans l'expérience de M. Cailletet, la masse gazeuse détendue étant très limitée, et la détente n'amenant qu'un refroidissement momentané, la liquéfaction ne persistait que quelques instants, juste le temps matériel de la constater. Ce refroidissement était seulement *dynamique*, c'est-à-dire essentiellement transitoire. Pour obtenir le gaz liquéfié d'une façon stable, à l'état *statique*, il fallait le refroidir au-dessous de la température critique. C'est également notre Confrère, M. Cailletet, qui indiqua le moyen d'obtenir ce refroidissement en plongeant le récipient contenant le gaz comprimé dans l'éthylène liquide, qui bout à —105°. Cet abaissement de température n'étant pas encore suffisant pour atteindre le point critique de l'oxygène — 113°, M. Cailletet suggéra l'idée de descendre plus bas en évaporant l'éthylène liquéfié dans le vide comme Faraday l'avait fait pour le protoxyde d'azote.

» Cette expérience définitive, qui permit d'obtenir liquides à l'état *statique* l'oxygène, l'azote et l'oxyde de carbone, fut réalisée seulement en 1883 par MM. Wroblewski et Olszewski qui, en perfectionnant les appareils de M. Cailletet, atteignirent la température de — 139°, au moyen de l'éthylène liquide évaporé dans le vide. C'est en évaporant également dans le vide des corps de plus en plus volatils : acide carbonique, éthylène, oxygène, que les physiciens, et tout particulièrement M. Olszewski, ont pu nous faire connaître les propriétés des gaz liquéfiés.

» M. James Dewar, depuis l'année 1884, en suivant la même voie, et en perfectionnant les appareils, a obtenu des masses de gaz liquéfiés incomparablement plus grandes que ses devanciers, puisque, comme il le dit lui-même, il a pu recueillir l'oxygène liquide *par pintes* et réaliser ainsi les belles expériences que l'Académie connaît.

» En somme, les appareils graduellement perfectionnés par MM. Cailletet, Olszewski et Dewar, se composent de trois machines à froid par évaporation, employant des liquides de plus en plus volatils : acide carbonique, éthylène, oxygène. On comprend sans peine, comme le fait remarquer M. Linde, que l'installation et l'exploitation de pareilles machines entraînent des frais et des difficultés qui s'opposent à leur emploi dans l'industrie.

» Pour arriver à obtenir ce refroidissement, qui est la condition nécessaire et suffisante pour liquéfier un gaz quelconque, M. Linde a repris le principe si fécond de la détente, imaginé par M. Cailletet, en rendant cette détente continue, si je peux m'exprimer ainsi, et en usant d'artifices des plus ingénieux.

» Cet appareil à liquéfier l'air a ceci d'extrêmement remarquable qu'il n'emploie aucun agent réfrigérant autre que l'air lui-même, et que tout le mécanisme se réduit à une pompe qui comprime cet air et à un serpentin où il se détend de façon continue par la manœuvre d'un simple robinet.

» Mais, pour arriver à ce résultat, M. Linde a dû révoquer en doute un axiome admis par tous les physiciens, à savoir qu'une machine à air froid dépourvue de cylindre de détente (où se produit un *travail extérieur*) ne pourrait pas produire de froid du tout. Cela est absolument exact pour un gaz *parfait*, comme le supposent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, parce que, pour ce gaz parfait, les forces *intérieures* sont infiniment petites.

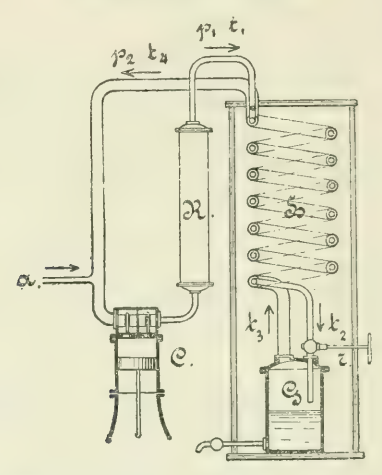
» M. Linde s'est heureusement souvenu que Thomson et Joule ont démontré depuis près de quarante ans que l'air atmosphérique n'est pas un gaz *parfait* et que, lorsqu'il s'écoule d'une pression élevée à une pression plus basse, il éprouve un refroidissement θ, *indépendant de l'énergie du jet*, qui est donné par la formule

$$\theta = 0,276(p_1 - p_2)\left(\frac{273}{T}\right)^2,$$

où $p_1 - p_2$ représente la différence de pression en atmosphères et T la température *absolue* du jet.

» C'est sur le froid résultant de cette détente continue qu'est basée la nouvelle machine. Ce refroidissement, comme on peut le voir, est d'abord

Schéma de l'appareil de Linde.



C, Compresseur d'air à 220 atmosphères.
R, Réfrigérant ramenant l'air comprimé à la température ambiante.
t_1, t_2, Serpentin intérieur parcouru de haut en bas par l'air comprimé à 220 atmosphères.
r, Robinet de tendeur.
G, Réservoir où l'air se détend de 220 atmosphères à 20 atmosphères et où une partie se liquéfie par la détente.
t_3, t_4, Serpentin extérieur que l'air détendu parcourt de bas en haut. Cet air revient au compresseur.
a, Tubulure apportant de l'air nouveau pour remplacer celui qui se liquéfie.

très faible ($\frac{1}{4}$ de degré par atmosphère), ce qui nécessiterait des différences de pression formidables (au moins 800 atmosphères) pour abaisser la température de l'air à -200°. Inutile de dire que de pareilles pressions ne seraient pas pratiques. De plus, le travail de compression serait énorme. M. Linde a tourné ces deux difficultés très ingénieusement : 1° en *accumulant* les effets de la détente continue; 2° en ne laissant pas détendre l'air comprimé jusqu'à la pression atmosphérique.

» L'accumulation des effets est obtenue au moyen de deux tuyaux concentriques en cuivre entrant l'un dans l'autre et longs de 15^m. Le tuyau intérieur est parcouru par l'air venant d'une pompe qui le comprime à

220^{atm}. Arrivé au bout de ce tuyau, l'air se détend dans le second tuyau à 20^{atm} et le parcourt *en sens inverse* après s'être refroidi de 50° par la détente; mais, dans son trajet, il cède le froid produit à l'air qui arrive comprimé à 200^{atm}, de sorte qu'à l'extrémité du second tuyau l'air, détendu à 20^{atm}, retourne à la pompe de compression à la température ambiante après avoir cédé tout le froid produit par la détente à l'air qui arrive. Ces deux tuyaux sont roulés en serpentin pour tenir moins de place et isolés dans une caisse en bois bourrée de laine brute pour éviter les apports de chaleur extérieure. Par ce moyen la température, avant et après l'écoulement, s'abaisse graduellement jusqu'à ce que la température de liquéfaction soit atteinte et qu'une partie de l'air qui s'écoule se rassemble à l'état liquide dans le récipient adapté à l'extrémité de l'appareil.

» D'après la formule de Thomson et Joule le *refroidissement* dépend de la *différence* des pressions $p_1 - p_2$ tandis que le *travail* de compression dépend du *quotient* de ces mêmes pressions $\frac{p_1}{p_2}$. Il y a donc avantage à avoir $p_1 - p_2$ très grand et $\frac{p_1}{p_2}$ le plus petit possible. C'est le résultat atteint par M. Linde en faisant $p_1 = 220^{atm}$ et $p_2 = 20^{atm}$ et non 1; en effet, $p_1 - p_2 = 200$ tandis que $\frac{p_1}{p_2} = 11$ et non 200, comme cela arriverait si l'on détendait jusqu'à la pression atmosphérique.

» En somme, sans vouloir donner de description plus détaillée, la machine de M. Linde repose sur trois points principaux :

» 1° Refroidissement par *travail intérieur* de l'air se détendant et résultant de ce qu'il n'est pas un gaz parfait suivant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac;

» 2° Accumulation du refroidissement par le principe du contre-courant réalisé d'une façon parfaite par l'échangeur de température, composé de deux serpentins concentriques où l'air circule en sens inverse;

» 3° Diminution du travail de compression en ne laissant pas l'air se détendre jusqu'à la pression atmosphérique.

» Tels sont les points extrêmement ingénieux qui caractérisent la machine de M. Linde et qui rendent industrielle la liquéfaction de l'air atmosphérique. La machine que j'ai au laboratoire produit environ 1^{lit} d'air liquide à l'heure en dépensant un peu moins de trois chevaux. C'est déjà un résultat remarquable, mais qui est dépassé de beaucoup par les machines industrielles du même inventeur donnant 60^{kg} d'air liquide à l'heure.

» On suit très facilement l'abaissement de température au moyen d'une soudure thermo-électrique (constantan-fer), reliée à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval indiquant jusqu'à — 250°.

» Une fois liquéfié, il faut pouvoir recueillir et garder cet air à la pression atmosphérique. Pour cela, il faut des récipients aussi imperméables que possible à la chaleur. M. J. Dewar recommande pour cet usage des vases spéciaux où l'enveloppe isolante est constituée par le vide de Crookes.

» C'est Dulong et Petit qui, dans leurs remarquables recherches sur le refroidissement, ont les premiers montré qu'un corps placé dans une enceinte vide se refroidit (ou se réchauffe) de 20 à 25 fois plus lentement que dans l'air atmosphérique.

» Sans vouloir soulever aucune discussion de priorité, je crois devoir rappeler que, me basant sur les expériences de Dulong et Petit sur le pouvoir thermo-isolateur du vide, j'ai répandu depuis 1887, parmi les médecins français, des réservoirs en verre identiques *comme destination et comme forme* à ceux employés par M. Dewar.

» Voici en effet ce que je disais dans une Note publiée le 11 février 1888 dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* (Masson, éditeur) :

» Dans bien des circonstances il importe de réaliser un milieu aussi imperméable que possible à la chaleur et qui soit néanmoins parfaitement transparent. Après bien des essais, dans le détail desquels je ne saurais entrer ici, j'ai trouvé que le vide sec, fait dans un vase en verre, constitue une excellente enveloppe pour arrêter la chaleur obscure. L'appareil se compose en principe de deux vases en verre entrant l'un dans l'autre et soudés de façon à former un vase unique. Cet ensemble constitue un récipient qui présente deux cavités concentriques : l'une intérieure, qui est le réservoir proprement dit; l'autre annulaire, où l'on fait le vide sec à l'aide de la pompe à mercure. La transparence des parois de ce récipient permet de voir tout ce qui se passe dans son intérieur. L'enveloppe annulaire, où le vide sec existe, constitue la paroi thermo-isolatrice. J'ai pu constater qu'un liquide chaud placé dans le vase intérieur se refroidit de quinze à vingt fois plus lentement que si l'enveloppe isolatrice n'existait pas. Cette protection est encore bien plus efficace si l'on place dans l'appareil un liquide très froid, tel, par exemple, qu'un gaz liquéfié (acide sulfureux, acide carbonique et éther, chlorure de méthyle, etc.)....

» .... Le résultat obtenu est déjà plus satisfaisant en plongeant le tube dans l'air sec, mais cette protection est bien moins efficace que le vide sec parce que, dans l'air desséché, le tube s'échauffe par convection, l'air de l'espace annulaire passant constamment d'une des parois à l'autre. Dans un récipient constitué comme je viens de le dire, on peut conserver les gaz liquéfiés pendant des heures à la température ambiante et les manier aussi facilement que l'eau ordinaire, la transparence absolue du récipient permettant de suivre tous les phénomènes qui se passent dans le liquide.

» J'ajouterai que, pour produire avec le chlorure de méthyle (ou d'autres gaz liquéfiés) des températures aussi basses qu'en évaporant ces liquides dans le vide, j'ai signalé depuis nombre d'années le procédé suivant qui dispense de tout mécanisme : Il suffit de verser le chlorure de méthyle dans un vase *poreux* de pile pour que la température du liquide se maintienne automatiquement dans ce vase aux environs de — 60°, bien que le chlorure de méthyle bouille seulement à — 23°. Ce procédé est plus simple que l'insufflation d'air ou l'évaporation dans le vide et m'a rendu de grands services.

» L'appareil de Linde met entre nos mains un instrument de recherche des plus précieux, aussi ai-je cru devoir le signaler à nos Confrères. Je montrerai dans une prochaine Communication quels services il peut rendre en particulier aux biologistes. »

MM. **H. Moissan** et **H. Deslandres** demandent l'ouverture d'un pli cacheté déposé par eux le 11 mai 1896 et dont le dépôt a été accepté. Ce pli, inscrit sous le n° 5213, est ouvert en séance par M. le Président; il contient la Note suivante :

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches spectrales sur l'air atmosphérique* [1]. Note de MM. **H. Moissan** et **H. Deslandres**.

« Au cours de recherches entreprises en commun sur les gaz émis par le minéral cérite chauffé dans le vide, nous avons étudié avec soin par la méthode spectrale le résidu que donnent ces gaz, après explosion dans l'eudiomètre avec de l'oxygène, et absorption de l'oxygène en excès par l'acide pyrogallique.

» Le résidu (1^{cc} à 2^{cc}) était introduit dans un tube spectral vide relié à la trompe à mercure et à des tubes desséchants de potasse caustique et d'acide phosphorique anhydre.

» Or le spectre du résidu, examiné principalement dans le bleu et le violet, a montré les bandes caractéristiques de l'azote, relativement fortes, les raies de l'hélium, quelques raies de l'argon, et en plus les raies suivantes, qui n'ont pas encore été signalées dans un gaz connu :

---

(1) Ce travail a été fait avec l'aide de MM. Lebeau et Ferdinand Mittau.

Intensités comptées de 1 à 10, 10 étant la plus forte.	Longueurs d'onde.
7	415,17
3	414,37
4	411,00
4	410,80
2	410,05

» Dans cette expérience, le gaz de la cérite et l'oxygène interviennent également; mais le résidu obtenu avec l'oxygène seul a donné aussi les raies nouvelles plus ou moins fortes, lorsque l'oxygène a été préparé avec le chlorate de potasse, le permanganate de potasse et le bioxyde de manganèse naturel.

» Cependant, les bandes caractéristiques de l'azote étaient toujours présentes, et, comme l'azote provient en partie des manipulations sur la cuve à mercure, on a pensé que l'air atmosphérique pouvait jouer un rôle, et l'on a introduit dans le même tube spectral de l'air ordinaire, dont le spectre a été photographié à des pressions décroissantes. Or, les raies nouvelles apparaissent encore, mais seulement à une certaine pression, moindre que 1^{mm} et inférieure à la pression du maximum d'éclat des tubes d'azote. A cette même pression, on aperçoit aussi faiblement les raies caractéristiques de l'argon, et en particulier la raie λ 415,87.

» Les raies nouvelles ont paru plus fortes lorsqu'on a remplacé l'air par l'azote tiré de l'azotite d'ammoniaque, ou extrait de l'air par les procédés ordinaires de l'acide pyrogallique, du protochlorure de chrome et du cuivre porté au rouge.

» D'autre part, les raies ont disparu en même temps que les bandes de l'azote, lorsque l'on a absorbé l'azote par le lithium ou le magnésium.

» Cependant, ces raies nouvelles pouvaient, à la rigueur, être attribuées à des impuretés ou à des vapeurs émises par les matières de l'enceinte raréfiée (verre, électrodes métalliques, mercure, graisse, potasse, acide phosphorique); mais leur intensité relative n'augmente pas lorsque la pression diminue de plus en plus, comme c'est le cas pour les raies du mercure. D'ailleurs, elles ont été obtenues avec des tubes spectraux de cristal et de verre allemand, avec et sans électrodes métalliques; elles se sont montrées sans les bandes caractéristiques du cyanogène, qui sont un réactif très sensible de la présence simultanée du carbone et de l'azote; elles ont persisté lorsque l'on a introduit de l'oxygène qui fait disparaître toutes les raies du mercure. Enfin, elles ont manqué dans les gaz dissous par la

potasse et lorsque l'on a chauffé, dans le tube spectral vide, l'acide phosphorique, le phosphore rouge et le phosphore blanc.

» Aussi la conclusion est la suivante : ou bien ce sont des raies du gaz azote, spéciales aux basses pressions et non encore signalées; ou bien ces raies annoncent un gaz nouveau, contenu dans l'atmosphère, et voisin de l'azote par ses propriétés chimiques. L'apparition simultanée des raies de l'argon rend plus probable la seconde partie de l'alternative. »

M. **Henri Moissan** fait observer que les recherches dont il vient d'être question ont été interrompues par le départ de l'un des auteurs pour une mission scientifique au Japon. La découverte du krypton par notre savant Correspondant M. Ramsay et par M. Travers nous a engagé à publier ce résultat déjà ancien :

« Nous pensons pour différentes raisons que le gaz qui correspond aux raies que nous venons d'indiquer est différent du krypton. Nous croyons aussi devoir rappeler que les observations spectrales, faites en 1896, n'ont porté que sur la région du spectre qui peut être photographiée avec des plaques ordinaires, c'est-à-dire sur la région qui s'étend de λ 4700 à λ 3700.

» Ces résultats peuvent être de quelque utilité dans cette belle recherche des gaz de l'atmosphère, que l'élégante méthode de distillation fractionnée de l'air liquide de MM. Ramsay et Travers vient de faire entrer dans une voie nouvelle. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure directe d'une quantité d'électricité en unités électromagnétiques; application à la construction d'un compteur d'électricité.* Note de M. R. **Blondlot**.

« Une longue bobine creuse est assujettie de façon que son axe soit horizontal; dans la région centrale de cette bobine, une seconde bobine, formée de quelques tours de fil et ayant la forme d'un anneau est, suspendue de façon que son plan soit vertical et qu'elle puisse tourner librement autour de son diamètre vertical. Les deux bobines sont parcourues par le même courant; des godets à mercure servent à établir les communications entre la bobine mobile et la partie fixe du circuit.

» Le magnétisme terrestre étant préalablement compensé, la bobine

annulaire prend, sous l'action du courant, une position d'équilibre dans laquelle ses spires sont parallèles à celles de la bobine fixe.

» Si on l'écarte un peu de cet azimut d'équilibre, elle exécute des oscillations isochrones. Soient T la période de ces oscillations et i l'intensité du courant. La période T est inversement proportionnelle à la racine carrée du moment du couple exercé par la bobine fixe sur la bobine mobile pour un écart déterminé de cette dernière. Or, ce moment est proportionnel à i^2, et, par conséquent, T est en raison inverse de i; en d'autres termes, le produit iT est une quantité constante, dépendant seulement de la construction des deux bobines. Maintenant, le produit iT n'est autre chose que la quantité d'électricité qui traverse une section quelconque du fil pendant la durée d'une oscillation, et l'on a par suite la proposition suivante : *quelles que soient l'intensité du courant et la période de l'oscillation, la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit pendant qu'une oscillation s'accomplit est toujours la même.*

» La valeur en unités absolues électromagnétiques de la constante iT se détermine aisément comme il suit. Soit n le nombre des tours de fil sur la bobine fixe par centimètre de longueur de cette bobine, soit S la surface totale limitée par les sphères de la bobine annulaire, soit K le moment d'inertie de l'équipage mobile. L'intensité du champ, sensiblement uniforme, qui occupe la région centrale de la bobine fixe, dont la longueur est très grande, est $4\pi ni$; d'autre part, la bobine annulaire parcourue par le courant i équivaut à un aimant de moment Si; par suite, le couple auquel est soumise la bobine annulaire, lorsqu'elle est infiniment peu écartée de sa position d'équilibre, est égal au produit de l'angle d'écart par $4\pi ni \times Si$. On a donc, d'après les lois connues du mouvement oscillatoire,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{4\pi ni \times Si}}, \qquad \text{d'où l'on tire} \qquad iT = \sqrt{\frac{K\pi}{nS}};$$

nous désignerons cette constante de l'appareil par la lettre q.

» On voit que, à l'aide de l'appareil précédent, on peut déterminer en valeur absolue électromagnétique la quantité d'électricité débitée par un courant pendant un temps quelconque, sans que l'on ait à mesurer séparément, comme on le fait habituellement : le temps, d'une part, et l'intensité du courant, d'autre part. On pourrait, en particulier, appliquer cette méthode à la détermination directe des équivalents électrochimiques, et aussi à la mesure du nombre V.

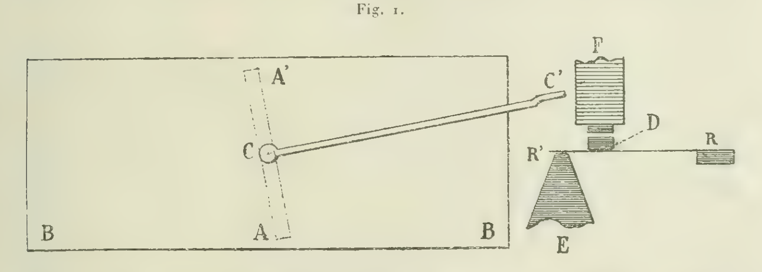
» Pour faire de l'appareil un compteur d'électricité applicable aux besoins de l'industrie, il suffit d'adjoindre aux deux bobines un dispositif destiné à entretenir et à compter automatiquement les oscillations : chacune d'elles accuse, en effet, le passage d'une quantité d'électricité égale à q, quelle qu'ait été l'intensité du courant au moment où elle s'est effectuée, et, par conséquent, pour obtenir la quantité totale d'électricité qui a traversé la section du circuit pendant un certain laps de temps, on n'a qu'à multiplier q par le nombre des oscillations effectuées pendant ce laps de temps. Ceci n'est, il est vrai, exact en toute rigueur que si les variations dans l'intensité du courant ont lieu exclusivement à des instants où la bobine annulaire passe par la position d'équilibre; toutefois, dans la pratique et, en particulier, dans l'application à l'éclairage électrique, l'erreur qui provient de ce que cette coïncidence n'a pas lieu, en général, est absolument négligeable.

» Voici la disposition que j'emploie pour entretenir et compter automatiquement les oscillations.

» Dans mon appareil, le mouvement oscillatoire de la bobine annulaire a lieu d'un côté seulement de son azimut d'équilibre.

» La figure ci-jointe représente les organes essentiels du compteur, vus par-dessus. Un bras horizontal CC′ est fixé à une tige verticale, solidaire

Fig. 1.



elle-même de la bobine annulaire AA′ dont elle forme l'axe de rotation. Lorsque la bobine annulaire a été écartée de son azimut d'équilibre, l'action électrodynamique l'y ramène; mais, au moment où elle l'atteint, le bras CC′ vient buter contre un ressort RR′, formé d'une lame métallique plane. L'une des extrémités, R, de ce ressort est fixée invariablement; l'autre extrémité R′ est maintenue appliquée contre un obstacle fixe E par l'armature D d'un électro-aimant F qui infléchit légèrement la lame, pen-

dant tout le temps que cet électro-aimant n'est pas en activité. Les choses sont disposées de façon que le bras CC′, en touchant le ressort RR′, ferme le circuit de l'électro-aimant : aussitôt, le ressort, rendu libre, donne au bras

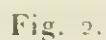


Fig. 2.

une impulsion quasi instantanée qui l'écarte de nouveau, et ainsi de suite. Un cliquet mû par l'armature de l'électro-aimant fait, à chacune des demi-oscillations de la bobine, avancer d'une dent la première roue d'un compteur de tours.

» On voit que le mouvement oscillatoire de la bobine annulaire est indépendant de la résistance passive du compteur de tours, puisque c'est l'électro-aimant qui fait mouvoir ce dernier. La grandeur de l'impulsion donnée par le ressort à l'équipage mobile est sans influence sur la durée de l'oscillation, à condition que l'écart reste petit.

» Plusieurs modèles de cet appareil ont été exécutés au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy; le type industriel a été établi par la maison E. Ducretet. Dans ce dernier, on a raccourci la bobine fixe, afin de diminuer la résistance; le calcul de la constante iT en partant des données qui définissent la construction de l'appareil est alors plus compliqué, mais on obtient aisément la valeur en coulombs de cette constante en faisant circuler dans le compteur un nombre connu d'ampères et déterminant la durée correspondante de l'oscillation.

» De nombreux essais ont montré que le produit iT, ou, ce qui revient au même, le rapport de l'intensité i au nombre d'oscillations effectuées dans un temps donné, est bien indépendant de i, jusqu'à la plus grande intensité que le fil des appareils actuels puisse supporter, c'est-à-dire environ 11 ampères. Dans le diagramme ci-joint (*fig.* 2), on a porté en abscisses les intensités du courant mesurées en ampères, et en ordonnées les nombres correspondants d'oscillations effectuées en vingt secondes; les intensités étaient mesurées, au-dessous d'un ampère, à l'aide d'une balance de Lord Kelvin et, au-dessus, à l'aide d'un ampèremètre optique très précis, étalonné à l'aide de la balance même. Les points du diagramme sont sensiblement sur une ligne droite passant par l'origine, comme la proportionnalité indiquée par la théorie l'exige; c'est seulement au-dessous de $0^{amp},5$ que le produit iT commence à devenir un peu trop fort, ce qui tient à ce que l'amplitude des oscillations est alors trop grande pour que l'isochronisme subsiste rigoureusement. L'inexactitude est toutefois minime, et absolument négligeable dans les applications.

» L'appareil obéit instantanément aux variations les plus brusques de l'intensité du courant; il s'applique aussi bien aux courants alternatifs qu'aux courants continus. Le démarrage a lieu sans exception, même pour des courants inférieurs à $0^{amp},1$, grâce à un dispositif dont la description ne peut trouver place ici [1]. »

---

[1] Le principe et la description complète du compteur qui fait l'objet de la présente Note ont été donnés par moi à l'occasion de la prise d'un brevet, dès le 13 mars 1897. Toutefois, j'ai cru devoir attendre, pour en entretenir l'Académie, que le modèle industriel fût définitivement établi.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de sept membres qui sera chargée de présenter des candidats au prix *Leconte*. Les quatre membres du Bureau seront adjoints à cette Commission.

MM. Bouchard, Duclaux, Marey, Milne-Edwards, Darboux, Moissan et Mascart réunissent la majorité des suffrages.

En conséquence, la Commission se composera de MM. **Wolf**, **Van Tieghem**, **Bertrand**, **Berthelot**, **Bouchard**, **Duclaux**, **Marey**, **Milne-Edwards**, **Darboux**, **Moissan** et **Mascart**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place devenue vacante au Bureau des Longitudes par suite de la nomination de M. le colonel *Bassot* à la place de géographe.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 45,

M. Lippmann obtient. . . . . . . 42 suffrages
M. Appell » . . . . . . 3 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Appell obtient. . . . . 39 suffrages

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . . M. **Lippmann**,
En seconde ligne . . . . M. **Appell**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage en quatre Volumes de M. *Charles Méray*, ayant pour titre : « Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques ». (Présenté par M. Darboux.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Considérons une équation du second ordre

$$y'' = R(y', y, x),$$

où R est rationnel en y', algébrique en y, analytique en x.

» Dans une Note antérieure, j'ai montré que les équations de cette forme à points critiques fixes forment *six* classes distinctes, et j'ai déterminé explicitement *toutes les équations des quatre dernières classes*. Je me propose de déterminer, dans cette Note, toutes les équations de la *première* classe, c'est-à-dire *toutes les équations, à points critiques fixes, de la forme*

$$(1)\qquad y'' = y'[a(x)y + b(x)] + A(x)y^3 + B(x)y^2 + C(x)y + D(x).$$

» Quand l'équation (1) a ses points critiques fixes, *a priori* son intégrale peut présenter des pôles mobiles et des points essentiels mobiles (isolés ou non). J'établis d'abord (ce qui n'est nullement évident) que, *si les points critiques de* (1) *sont fixes, il existe sûrement des pôles mobiles*.

» Pour faire cette démonstration, j'observe d'abord que la transformation

$$(2)\qquad y = \lambda(x)Y + \mu(x), \qquad x = \varphi(X)$$

conserve la forme de l'équation (1).

» Je montre ensuite que si l'équation (1) a ses points critiques fixes, il en est de même *a fortiori* de l'équation

$$(3)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} = a(x_0)y\frac{dy}{dx} + A(x_0)y^3,$$

où x_0 est une constante numérique quelconque. Cette dernière équation s'intègre aisément. Si elle a ses points critiques fixes, on voit sans peine qu'une transformation (2) convenable donne aux deux fonctions a, A une des expressions suivantes :

$$\text{(I)} \qquad a(x) \equiv -3, \qquad A(x) \equiv -3,$$
$$\text{(II)} \qquad a(x) \equiv -2, \qquad A(x) \equiv 0,$$
$$\text{(III)} \qquad a(x) \equiv 0, \qquad A(x) \equiv 0,$$
$$\text{(IV)} \qquad a(x) \equiv -1, \qquad A(x) \equiv -1,$$
$$\text{(V)} \qquad a(x) \equiv 0, \qquad A(x) \equiv 2.$$

» De plus, il est loisible de supposer $b \equiv 0$.

» Ces premières conditions remplies, je montre que l'équation (1) a sûrement des points critiques mobiles, *à moins qu'elle ne possède des pôles mobiles*, pôles qui, dans les cas (IV) et (V), doivent correspondre à *deux* développements distincts.

» Si l'on exprime qu'il en est ainsi [1], on trouve que, moyennant une transformation (2), les équations (1) considérées sont réductibles à une des formes

$$\text{(I)} \qquad y'' = -3yy' - y^3 + C(x)y + D(x),$$
$$\text{(II)} \qquad y'' = -2yy' + D(x),$$
$$\text{(III)} \qquad y'' = 0 \quad \text{ou} \quad y'' = y^2 + \alpha x + \beta, \qquad (\alpha, \beta \text{ const. numériques}).$$
$$\text{(IV)} \qquad y'' = -yy' + y^3 + 2C(x)y - 2C'(x), \quad \text{avec} \quad C'' + \frac{C^2}{2} + \alpha x + \beta = 0,$$
$$\text{(V)} \qquad y'' = 2y^3 + (\alpha x + \beta)y + \gamma, \qquad (\alpha, \beta, \gamma \text{ const. numériques}),$$

» L'équation (II) s'intègre immédiatement; l'équation (I) se ramène à une équation linéaire en posant $y = \frac{z'}{z}$. Enfin, l'équation (IV) se ramène au type (III) $z'' = z^2 + \alpha x + \beta$ par le changement de variables

$$z = y' + y^2 - \frac{C}{2}, \qquad y = \frac{z' + C'}{z + C}.$$

» Nous n'avons donc plus à étudier que les types (III) et (V) qui sont

---

[1] M. Picard (*Acta mathematica*, 1893) a indiqué succinctement le moyen de former ces conditions. *Dans le cas où x ne figure pas dans* (1), M. Mittag-Leffler (*Acta mathematica*, 1894) les a formées explicitement et a montré que, si elles sont remplies, l'équation (1) s'intègre et a son intégrale méromorphe.

réductibles aux suivants :

$$y''=0,\qquad y''=6y^2,\qquad y''=6y^2-1,\qquad y''=6y^2-x,$$
$$y''=2y^3,\qquad y''=2y^3+1,\qquad y''=2y^3-y-\gamma,\qquad y''=2y^3-xy+\gamma.$$

» Les seuls types non intégrables sont les types

$$(E)\qquad y''=6y^2-x,$$
$$(E_1)\qquad y''=2y^3+xy+\gamma,\qquad (\gamma \text{ const. numérique}),$$

qu'on peut réunir dans le type unique

$$(e)\qquad y''=\alpha y^3-y^2+3\alpha xy+x.\quad (\alpha \text{ const. numérique}).$$

» *Ces dernières équations* (e) *ont-elles vraiment leurs points critiques fixes?* C'est là le point le plus délicat de la méthode. J'indiquerai seulement le principe du raisonnement pour l'équation (E).

» Si l'on pose $\frac{1}{z}=\frac{y'^2}{2}-2y^3-xy$, $u=\frac{z'-1}{z}$, les fonctions $z(x)$ et $u(x)$ vérifient le système différentiel

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{dz}{dx}=uz-1, \\ z^2\dfrac{du}{dx}=2-3uz+u^2z^2-\sqrt{4(1-uz)^3-2z^5[z-x(uz-1)]}, \end{cases}$$

dont les coefficients différentiels ont une branche holomorphe pour $x=x_0$, $z=0$, $u=u_0$. Soit $x=a$ une valeur de x où une intégrale $y(x)$ de (E) cesse d'être holomorphe. Si je montre que, dans le voisinage de $x=a$, il existe des valeurs x_0 de x pour lesquelles $z(x)$ est très petit, $u(x)$ et $u'(x)$ finis, il est clair que $z(x)$ sera holomorphe pour $x=a$, et, par suite, $y(x)$ méromorphe. J'effectue cette démonstration en introduisant la transformation $x=a+\rho X$, $y=\frac{Y}{\rho^2}$, et en étudiant, dans une première approximation, le système différentiel correspondant à $\rho=0$.

» *L'intégrale de l'équation* (E) *est donc méromorphe dans tout le plan.* J'établis de plus qu'elle est *irréductible*, c'est-à-dire qu'elle renferme l'une et l'autre *des deux* constantes d'une façon *transcendante*, de quelque façon qu'on les choisisse.

» Les mêmes résultats et méthodes s'appliquent à l'équation (E).

» *J'ai donc bien obtenu explicitement toutes les équations* (1) *à points critiques fixes*. Parmi ces équations, *les seules qui ne soient pas réductibles aux équations connues, sont réductibles algébriquement aux types* (E), (E_1) *ou* (*si*

l'on veut) au type unique (e). *L'intégrale des équations* (E), (E_1) *est une fonction* MÉROMORPHE *dans tout le plan, irréductible aux transcendantes uniformes engendrées par les équations linéaires, les fonctions abéliennes, etc. et par leurs combinaisons.*

» Si l'on pose pour (E)

$$z = \frac{y'^2}{2} - 2y^3 - xy \qquad \text{et} \qquad z = \frac{u'}{u},$$

pour (E_1)

$$z = y'^2 - y^4 - xy^2 - 2\gamma y \qquad \text{et} \qquad z = \frac{u'}{u},$$

la fonction $u(x)$ *est une fonction* ENTIÈRE *qui vérifie une équation très simple du troisième ordre,* et l'on a pour (E), $y = (\log u)''$, et pour E_1, $-y^2 = (\log u)''$.

» Il ne me reste plus qu'à indiquer les équations à points critiques fixes de la deuxième classe. C'est ce que je ferai très prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de l'intégration au point de vue des variables réelles.* Note de M. **R. Baire**, présentée par M. E. Picard.

« I. Lorsqu'on se sert de la théorie du changement de variables dans une question d'Analyse, on suppose implicitement la continuité des dérivées qu'on emploie. Pour prendre un exemple très simple, soit une fonction $f(x, y)$; faisons le changement de variables

$$x = X + Y,$$
$$y = X - Y;$$

les formules connues

$$\frac{\partial f}{\partial X} = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y},$$
$$\frac{\partial f}{\partial Y} = \frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial y}$$

ne sont valables que si l'on suppose $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$ continues. Si l'on suppose seulement l'existence de ces dérivées en chaque point, il peut arriver que les formules ne s'appliquent pas; c'est ce qui a lieu, par exemple, à l'origine, pour la fonction qui est égale à zéro au point $x = 0$, $y = 0$, et à $\frac{xy}{\sqrt{x^2+y^2}}$ aux autres points.

» II. Cette remarque étant faite, considérons une équation aux dérivées

partielles, et posons le problème de l'intégration de la manière suivante : *Rechercher toutes les fonctions de variables réelles, assujetties seulement aux conditions strictement indispensables pour que les éléments qui entrent dans l'équation aient un sens déterminé et vérifient cette équation.*

» En prenant comme exemple l'équation très simple

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} = 0,$$

il faudra déterminer toutes les fonctions de x et y, qui, en chaque point, sont continues par rapport à chacune des variables et possèdent des dérivées $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$ satisfaisant à la relation donnée.

» Le problème étant ainsi posé, le raisonnement qui consiste à prendre comme nouvelle variable $X = x - y$ et à constater que la fonction ne dépend que de X est insuffisant, puisqu'il suppose la continuité des dérivées.

» III. Pour essayer de traiter la question avec le minimum d'hypothèses possible, il convient tout d'abord de faire une étude des conséquences qu'entraîne, pour une fonction de deux variables, l'hypothèse de l'existence de dérivées partielles en chaque point. Je me propose d'indiquer ici les résultats que j'ai obtenus dans cet ordre d'idées.

» *Si, en tout point, la fonction possède des dérivées* $\frac{\partial f}{\partial x}$ *et* $\frac{\partial f}{\partial y}$, *il y a, dans toute aire, des points en chacun desquels ces dérivées sont continues par rapport à l'ensemble* (x,y); *soit* $A[x_0, y_0]$ *un de ces points, que nous appellerons points réguliers; à tout nombre positif* ε *on peut faire correspondre un cercle de centre* A, *tel que,* M_1 *et* M_2 *étant deux points quelconques pris dans ce cercle, on a*

$$\left| \frac{f(M_2) - f(M_1)}{\text{longueur } M_1 M_2} - \left[\frac{\partial f}{\partial x}(x_0, y_0) \cos\alpha + \frac{\partial f}{\partial y}(x_0, y_0) \sin\alpha \right] \right| < \varepsilon,$$

α étant l'angle de la direction $M_1 M_2$ avec Ox.

» Plus généralement, prenons, dans le plan, un ensemble parfait E (qui pourra être, soit une aire, soit une courbe, soit un ensemble non dense par rapport à toute courbe continue).

» *Au voisinage de tout point de* E *existent des points de* E *que j'appellerai réguliers par rapport à* E; *si* $A[x_0, y_0]$ *est un de ces points, l'inégalité précédente a lieu dans un cercle de rayon suffisamment petit, si l'on prend pour* M_1 *et* M_2 *deux points de l'ensemble* E.

» On peut exprimer ces résultats de la manière suivante : *Si l'on a un*

ensemble parfait E, *d'ailleurs quelconque, il y a toujours dans cet ensemble des points dans le domaine desquels la théorie du changement de variables peut s'appliquer, pourvu qu'on ne considère que les points de l'ensemble* E.

» IV. Assujettissons maintenant notre fonction à vérifier l'équation $\frac{\partial f}{\partial x}+\frac{\partial f}{\partial y}=0$, et considérons les valeurs qu'elle prend sur la droite $x-y=$ const. On a ainsi une fonction d'une variable $\varphi(t)$; en interprétant les résultats du paragraphe précédent, on reconnaît que cette fonction a les propriétés suivantes :

» E *étant un ensemble parfait de points* (qui peut être le continu, ou un ensemble non dense), *il y a, au voisinage de tout point de* E, *des points de* E, *qu'on peut appeler stationnaires par rapport à* E : *si* $A[t_0]$ *est un de ces points, à tout nombre positif* ε *correspond un nombre* α, *tel que* M_1 *et* M_2 *étant deux points de* E *pris dans l'intervalle* $(t_0-\alpha, t_0+\alpha)$, *on a*

$$\left|\frac{f(M_2)-f(M_1)}{\overline{M_1M_2}}\right|<\varepsilon.$$

» Par analogie avec la notion de fonction *ponctuellement discontinue*, je dirai que la fonction $\varphi(t)$ est *ponctuellement variable, relativement à tout ensemble parfait*.

» J'énonce le théorème suivant :

» *Une fonction d'une variable, qui est continue, et qui est ponctuellement variable relativement à tout ensemble parfait, est constante.*

» Ce qui me semble donner de l'intérêt à ce théorème, c'est qu'il existe des fonctions continues, non constantes, et telles que dans tout intervalle il en existe un autre où elles sont constantes; autrement dit, une fonction peut être *continue*, et être *ponctuellement variable relativement au continu*, sans être constante.

» Le théorème qui précède permet d'intégrer l'équation aux dérivées partielles, dans le cas où l'on suppose, outre les conditions indispensables, la continuité de la fonction par rapport à l'ensemble (xy); *on voit, en effet, que la fonction doit être alors constante sur chaque droite* $x-y=$ const.

» V. Ce que nous venons de dire relativement à l'équation $\frac{\partial f}{\partial x}+\frac{\partial f}{\partial y}=0$ peut s'étendre à toute équation de la forme

$$X(x,y)\frac{\partial f}{\partial x}+Y(x,y)\frac{\partial f}{\partial y}=0$$

dans toute aire où, en chaque point, passe une courbe caractéristique déterminée.

» Si la fonction doit être continue par rapport à l'ensemble (xy), elle doit être constante sur les caractéristiques, *la chose étant démontrée indépendamment de toute hypothèse sur les dérivées autre que celle de leur existence.* »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.*
Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dalton a énoncé la loi suivante :

» I. *La pression d'un mélange de gaz est égale à la somme des pressions que prendrait chacun d'eux s'il occupait seul le volume total.*

» Mais les physiciens qui ont étudié avec précision les propriétés des gaz ont reconnu qu'un gaz ne peut pas être regardé comme possédant dans un mélange la même tension que dans le vide.

« Dans l'air atmosphérique, dit M. Amagat (*Annales de Chimie et de » Physique*, 5e série, t. XIX, p. 384; 1880), l'oxygène et l'azote semblent se » comprimer séparément comme s'ils étaient seuls, non pas à la pression » qu'ils ont dans le mélange, mais à celle du mélange même. »

» Dans le même ordre d'idées, M. Sarrau (*Introduction à la Théorie des explosifs*, p. 25; 1893) substitue l'énoncé suivant à celui de Dalton :

» II. « *Le volume spécifique* (volume de l'unité de poids sous la pression » atmosphérique normale) *d'un mélange de gaz est égal à la moyenne com- » posée des volumes spécifiques des gaz mélangés.* »

» M. Leduc, qui a été amené par ses études sur les gaz à des énoncés analogues, a fait sur la question, en collaboration avec M. Sacerdote, deux séries d'expériences (*Comptes rendus*, 17 et 24 janvier 1898) : la première sur les densités, la seconde sur les pressions des mélanges. Ces deux séries indépendantes conduisent aux mêmes conclusions : l'énoncé I est toujours en défaut; l'énoncé II se vérifie exactement pour le mélange des gaz anciennement dits *permanents*, et approximativement pour le mélange des gaz à peu près également compressibles (Az^2O et CO^2 par exemple), mais ne se vérifie plus pour deux gaz quelconques (CO^2 et SO^2).

» L'énoncé II n'est donc pas général. Je me propose de montrer que le problème peut être résolu par l'application des principes qui m'ont déjà servi à la détermination exacte des poids moléculaires des gaz.

» Soient deux gaz G et G' dont on a mesuré les volumes et les pressions. Pour trouver la pression du mélange quand on met les deux récipients en communication, on peut raisonner de la manière suivante : On suppose les deux gaz placés dans des

récipients fermés par des pistons mobiles; on soulève ces pistons jusqu'à ce que la pression des gaz dans les récipients soit devenue infiniment faible. A ce moment on les met en communication. Les gaz étant arrivés à l'état de gaz parfaits, la pression du mélange se calcule indifféremment par l'énoncé I ou l'énoncé II. La diffusion étant effectuée, on ramène les pistons à leur position primitive.

» Les variations de pression des gaz G et G' pendant la phase de détente se calculent par la formule de Van der Waals :

$$(1)\qquad \left(p - \frac{\alpha}{v^2}\right)(v - \beta) = RT,$$

$$(2)\qquad \left(p - \frac{\alpha'}{v^2}\right)(v - \beta') = RT,$$

v représentant le volume d'une molécule de gaz sous une pression de p atmosphères et à la température absolue T; α, α' les attractions spécifiques moléculaires; β, β' les covolumes des gaz G et G'; R une constante qui a la valeur commune $\frac{1}{273,22}$ pour les divers gaz, si l'on prend pour unité de volume le volume occupé par une molécule d'un gaz parfait à 0° et sous la pression atmosphérique normale.

» Les variations de pression du mélange pendant la compression se calculent par la formule analogue

$$(3)\qquad \left(p + \frac{A}{v^2}\right)(v - B) = R_1 T.$$

» Reste à savoir comment, étant donné qu'un volume du mélange, mesuré à 0° et sous la pression atmosphérique normale, contient p molécules de G et q molécules de G', on peut calculer les coefficients A, B, R_1 du mélange en fonction des coefficients α, α', β, β', R des gaz séparés. Reportons-nous à la signification physique de ces coefficients.

» Le covolume représente un multiple du volume des molécules du gaz. Le covolume d'un mélange est donc égal à la moyenne composée des covolumes des constituants

$$(4)\qquad B = \frac{p\beta + q\beta'}{p + q}.$$

» Calculons maintenant A. L'attraction réciproque de deux molécules identiques du gaz G est proportionnelle à α; celle de deux molécules de G' à α'; par raison de symétrie nous admettrons que l'attraction d'une molécule de G sur une molécule de G' est proportionnelle à $\sqrt{\alpha\alpha'}$. Ceci posé, on trouve sans difficulté

$$(5)\qquad A = \frac{p^2\alpha + 2pq\sqrt{\alpha\alpha'} + q^2\alpha'}{(p + q)^2}.$$

» Enfin, si T = 0° C. ou 273°, 22 absolus

$$(6)\qquad R_1 T = p + q.$$

» Ces formules résolvent complètement la question. Je vais les appliquer à quelques cas particuliers. Toutes les expériences sont supposées faites à 0° C.

» Le Tableau suivant donne les constantes α, α' de la formule de Van der Waals, calculées comme je l'ai indiqué dans mes Communications antérieures, pour représenter les expériences au voisinage de la pression atmosphérique, et les volumes v_m occupés par une molécule de chaque gaz à 0° et 1 atmosphère, le volume occupé par une molécule de gaz parfait étant égal à 1 :

	H.	Az.	O.	CO^2.	Az^2O.	SO^2.
α	0,00075	0,00105	0,00159	0,00913	0,01024	0,02840
β	0,00121	0,00067	0,00083	0,00243	0,00268	0,00535
v_m....	1,00046	0,99962	0,99924	0,99326	0,99239	0,97642

» 1° Mélange de deux gaz identiques. — Mettons en communication deux ballons égaux remplis d'un même gaz sous la pression atmosphérique. Il ne peut évidemment y avoir changement de pression. Les formules données plus haut conduisent, en effet, à une variation de pression identiquement nulle. L'énoncé de Dalton exigerait une augmentation de pression de $0^{atm},0034$ avec deux ballons remplis de CO^2, de $0^{atm},0120$ avec deux ballons remplis de SO^2.

» 2° Mélange de deux gaz permanents. — A. *Mélange atmosphérique.* — Soient deux ballons, l'un de 79^{lit} rempli d'azote, l'autre de 21^{lit} rempli d'oxygène sous la pression atmosphérique. Mettons-les en communication. Le calcul montre que l'augmentation de pression est $0^{atm},00001$. Elle est donc inférieure aux erreurs de mesure et l'on peut faire usage de l'énoncé II pour déduire des densités de l'oxygène et de l'azote atmosphérique la proportion de ces deux gaz dans l'air. C'est ce que confirme l'expérience.

» B. *Mélange tonnant.* — Dans le cas où l'hydrogène est un des gaz mélangés, comme il s'écarte de la loi de Mariotte, en sens inverse des autres gaz, le calcul indique une augmentation de pression du même ordre, mais plus forte. Recueillons, sous la pression atmosphérique, dans deux voltamètres, les gaz provenant de l'électrolyse de l'eau, puis mélangeons-les; l'augmentation de pression sera $0^{atm},00004$: quantité à peine supérieure aux erreurs d'expérience.

» 3° Mélange de deux gaz de compressibilité voisine. — Mettons en communication deux ballons de 1^{lit} remplis l'un de CO^2, l'autre de Az^2O sous la pression atmosphérique; le calcul montre que l'augmentation de pression sera $0^{atm},00013$.

» M. Sacerdote a trouvé expérimentalement $0^{atm},00011$; la concordance est très satisfaisante. L'énoncé de Dalton exigerait une augmentation de $0^{atm},00361$, c'est-à-dire environ trente fois aussi grande.

» 4° Mélange de deux gaz quelconques. — Voici le détail du calcul dans ce cas :

» Prenons deux ballons égaux, remplis, l'un de CO^2, l'autre de SO^2, sous la pression atmosphérique. D'après le Tableau précédent, 1 molécule de CO^2 occupe, sous la pression atmosphérique, $0^{vol},99326$; et par suite, le premier ballon, dont nous pouvons supposer le volume égal à 1, contient $1^{mol},00679$ de CO^2. Le second ballon contient $1^{mol},02415$ de SO^2. Sous une pression infiniment faible, les volumes moléculaires des divers gaz deviennent égaux; la masse de CO^2, soumise à l'expérience, prendra donc un volume proportionnel à 1,00679 et la masse de SO^2, un volume proportionnel à 1,02415. Faisant usage des équations (3), (4), (5), (6), nous obtenons l'équation de compressibilité suivante, pour la masse du mélange qui, ramenée à la

pression atmosphérique, occupe 1^{vol} :

$$\left(p + \frac{0,017518}{v^2}\right)(v - 0,003901) = 1,01547.$$

D'où l'on tire, pour $v = 1$, $p = 1^{atm},0019$.

» L'augmentation de pression est donc, dans ce cas, de $0^{atm},0019$. M. Sacerdote a trouvé par expérience $0^{atm},0018$. La concordance est fort bonne.

» L'énoncé I conduirait à une augmentation de pression de $0^{atm},0077$, c'est-à-dire quatre fois aussi forte; l'énoncé II, à une augmentation de pression nulle.

» La théorie développée plus haut est donc la seule qui soit dans tous les cas en accord avec l'expérience. »

OPTIQUE. — *Sur l'étude des radiations du mercure et la mesure de leurs longueurs d'onde.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode que nous avons précédemment décrite pour la détermination des numéros d'ordre des franges d'ordre élevé exige la connaissance exacte des rapports des longueurs d'onde des radiations employées. Ces radiations sont, outre deux radiations du cadmium, celles qui correspondent à la raie verte et aux deux raies jaunes du mercure. Nous avons dû en faire une étude préalable et en mesurer les longueurs d'onde par comparaison avec celles des raies du cadmium.

» 1° *Étude par le spectroscope interférentiel* (1) *des radiations du mercure.* — Nous avons déjà indiqué les résultats de cette étude pour la radiation verte. Les deux raies jaunes étant assez voisines dans le spectre (leur distance n'atteint pas quatre fois celle des raies D_1 et D_2), il a fallu, pour les séparer, employer un système dispersif plus puissant que celui qui nous avait servi dans nos recherches précédentes. Au moyen de deux prismes à sulfure de carbone de 60° on produit un spectre de la lumière émise par le tube. Une fente laisse passer seulement celle des deux radiations jaunes que l'on veut étudier.

» La moins réfrangible des deux raies jaunes est composée d'une radiation principale et d'une plus faible, de longueur d'onde un peu plus

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 34, 331, 407.

petite; la différence des longueurs d'onde est en valeur relative :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -22,5.10^{-6}.$$

» La plus réfrangible des raies jaunes est également double, mais la composante la plus faible est la moins réfrangible : la distance des composantes est à peu près trois fois plus petite que pour l'autre raie :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 8.3.10^{-6}.$$

» Les composantes de ces deux raies jaunes sont d'ailleurs très fines, quand le tube n'est pas trop chaud.

» L'existence de ces radiations secondaires complique un peu les phénomènes dans lesquels les deux raies jaunes interviennent à la fois, comme c'est le cas dans nos déterminations de numéros d'ordre. Toutefois si, dans le système de franges, les composantes principales des deux raies sont en *coïncidence*, leur éclat surpasse de beaucoup celui des composantes secondaires, et, quoique ces dernières soient parfois bien visibles, le phénomène conserve une grande netteté. Au contraire, lorsqu'il y a *discordance* des radiations principales, les raies secondaires qui peuvent être superposées prennent une importance relative plus grande et peuvent compliquer le phénomène. Aussi utilisons-nous toujours, dans les déterminations des numéros d'ordre ou des longueurs d'onde, les deux raies jaunes, lorsque les franges qu'elles donnent sont en *coïncidence*. Les longueurs d'onde que nous allons déterminer se rapportent, pour chaque raie, à la *composante principale*.

» 2° *Mesure des longueurs d'onde*. — Les mesures se font par des observations identiques à celles qui nous servent à déterminer les numéros d'ordre; le calcul seul diffère un peu, parce que les longueurs d'onde des radiations du mercure sont à déterminer.

» Les anciennes mesures, faites au moyen de réseaux, donnent de ces longueurs d'onde une première valeur approchée. Ces valeurs permettent de calculer les périodes des coïncidences des radiations à étudier, soit entre elles, soit avec les raies du cadmium. On pourra, par suite, calculer des Tables des coïncidences de ces diverses radiations, et ces Tables ne présenteront que des erreurs minimes, tant que le numéro d'ordre des franges n'atteindra qu'une valeur médiocre (quelques milliers, par exemple); d'autre part, les coïncidences des raies du cadmium entre elles peuvent

être exactement calculées, grâce aux mesures de M. Michelson. Plaçant les deux lames de l'appareil interférentiel à une distance de 1^{mm}, par exemple, on fera les observations des coïncidences comme s'il s'agissait simplement de déterminer un numéro d'ordre.

» En comparant les observations avec les tables approchées de coïncidences, on trouvera qu'une certaine hypothèse, et une seule, sur les numéros des franges observées, permet de faire concorder à peu de chose près, les phénomènes observés avec les phénomènes calculés. Si plusieurs hypothèses sont admissibles, c'est que l'on a commencé par une épaisseur trop grande, et il faudra recommencer l'observation sur des franges d'ordre moins élevé. Dans le cas où une seule hypothèse est admissible, le petit écart existant entre l'observation et le calcul indique que les valeurs primitivement admises pour les longueurs d'onde ne sont pas tout à fait exactes, et permet de corriger ces valeurs. On en déduira des valeurs plus rigoureuse des périodes, et par suite des Tables de coïncidence plus exactes, au moyen desquelles on pourra refaire les mêmes opérations en opérant sur des franges d'ordre plus élevé, double par exemple. Cette nouvelle observation permettra de corriger à nouveau les longueurs d'onde et, en continuant ainsi, on obtiendra des valeurs de plus en plus précises. Nous avons augmenté l'intervalle entre les deux lames jusqu'à 32^{mm}. Les valeurs obtenues paraissent exactes à 2.10^{-7} en valeur relative.

» Dans les chiffres suivants il peut y avoir une erreur d'au plus une unité sur l'avant-dernier (7e) chiffre. Les nombres suivants ont été calculés en admettant pour la raie verte du cadmium le nombre de M. Michelson; ils se rapportent donc, comme ce dernier, à 15° sous la pression de 760^{mm}

1re raie jaune	$\lambda = 0^{\mu},5790659$
2e »	$\lambda = 0,5769598$
Raie verte	$\lambda = 0,5460742$

» Les mêmes procédés seraient applicables à la mesure de la longueur d'onde d'une radiation quelconque, mais les tâtonnements seront un peu simplifiés, parce que par la méthode que nous avons décrite, et grâce aux résultats que nous venons d'indiquer, on peut déterminer sans ambiguïté le numéro d'ordre d'une frange. Il suffira dès lors d'observer les coïncidences de la radiation étudiée avec l'une des radiations connues. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique des aciers.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. A. Carnot.

« Les recherches sur la résistance électrique des aciers ont, jusqu'ici, principalement porté sur les aciers extra-doux servant à la fabrication des fils télégraphiques. Elles ont mis en évidence ce fait que les variations de résistance d'un métal à un autre dépendaient à peu près exclusivement de leur teneur relative en manganèse.

» J'ai pensé qu'il serait intéressant d'étudier d'une façon plus systématique l'influence des divers corps qui peuvent se rencontrer dans les aciers et, en particulier, celle du carbone. J'ai utilisé, dans ce but, les échantillons qui ont servi à Mme Slodowska Curie pour ses recherches sur les propriétés magnétiques des aciers (¹).

» Les échantillons d'acier avaient la forme de barreaux carrés de 1cm de côté et 20cm de long. Ils ont été recuits pendant plusieurs heures aux environs de 600°. Leur composition chimique a été déterminée, au laboratoire de l'École des Mines, par MM. Moutonet et Goutal. Dans les Tableaux suivants, les nombres expriment des résistances spécifiques (microhm-centimètre cube).

Influence du carbone.

	Composition.		
Résistance.	C.	Mn.	Si.
10	0,06	0,13	0,05
12,5	0,20	0,15	0,08
14	0,49	0,24	0,05
16	0,84	0,24	0,13
18	1,21	0,21	0,11
18,4	1,40	0,14	0,09
19	1,61	0,13	0,08

» La résistance électrique croît donc bien nettement avec la teneur en carbone; son accroissement est en moyenne de 7 microhms par 1 pour 100 de carbone en poids, ou de 1,5 microhm par 1 pour 100 d'atome de carbone sur 100 atomes de fer et carbone.

» Les aciers recuits sont constitués par des lamelles enchevêtrées de *ferrite* (fer pur) et *cémentite* (carbure de fer, Fe^3C). Par extrapolation des

(¹) *Société d'encouragement*, t. III, p. 36; janvier 1898.

résultats précédents, on trouverait pour la résistance de ces deux constituants envisagés isolément

Ferrite	9,5
Cémentite	45

Influence du silicium.

	Composition.	
Résistance.	C.	Si.
12,5	0,2	0,1
38,5	0,2	2,6
15,8	0,8	0,1
26,5	0,8	0,7
33,5	0,8	1,3
17,8	1,0	0,1
25,5	1,0	0,6
32,0	1,0	1,1

Ces nombres conduisent en moyenne à une augmentation de 14 microhms par 1 pour 100 de silicium en poids, ou 7 microhms pour 1 atome de silicium sur 100 atomes d'alliage, c'est-à-dire à un accroissement de résistance beaucoup plus grand que pour le carbone. On est amené, par analogie avec ce qui se passe pour un grand nombre d'alliages, à admettre que dans les aciers le silicium n'est pas isolé à l'état de siliciure défini $FeSi^2$, mais se trouve à l'état de mélange homogène, dissolution solide ou mélange isomorphe, comme l'est le carbone de trempe.

» *Influence du manganèse.* — Le manganèse, comme on le sait, augmente considérablement la résistance des aciers. Ce métal, isomorphe avec le fer, forme avec lui des mélanges homogènes en toute proportion. Mais ces mélanges peuvent exister sous deux états allotropiques inégalement magnétiques qui possèdent également des résistances électriques notablement différentes, comme je l'ai déjà montré pour l'acier-manganèse de M. Hadfield à 13 pour 100 de Mn ([1]).

	Composition.		
Résistance.	C.	Mn.	Si.
17,8	0,9	0,24	0,1
22	0,9	0,95	0,1
24,5	1,2	0,83	0,2
40	1,2	1,8	0,9
66 magn. / 80 non magn.	1	13	0,3

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 272; 1894.

Ces nombres conduisent à un accroissement de résistance généralement voisin de 5 microhms par 1 pour 100 en poids ou en atomes de manganèse. Pour l'acier-manganèse magnétique, obtenu en recuisant deux heures à 550° l'acier non magnétique, cet accroissement de résistance n'est plus que de 3,5 microhms.

» *Influence du nickel.* — Le nickel, qui se mêle isomorphiquement avec le fer, augmente notablement sa résistance électrique; mais ces aciers, ainsi que l'ai montré antérieurement (¹), présentent comme l'acier-manganèse deux variétés inégalement magnétiques et en même temps inégalement résistantes. L'accroissement de résistance, rapportée par le calcul à 1 pour 100 de nickel, est extrêmement variable avec la proportion de nickel, avec celle de carbone et avec l'état allotropique de l'alliage. Pour des quantités totales de nickel inférieures à 5 pour 100, cet accroissement a varié de 3 à 7 microhms.

» *Influence du chrome, du tungstène et du molybdène.* — L'influence de ces corps sur l'accroissement de résistance des aciers est très faible. Elle ne peut être mesurée d'une façon exacte pour les teneurs inférieures à 3 pour 100, que j'ai seules étudiées. La présence constante du silicium et du manganèse amène déjà, avec les teneurs habituelles inférieures à 0,5 pour 100, des accroissements de résistance égaux et même supérieurs à ceux qui peuvent résulter de la présence de quantités dix fois plus considérables des trois métaux en question. Le peu d'influence des trois métaux : chrome, tungstène et molybdène sur la résistance électrique des aciers, conduit à penser qu'ils sont isolés au milieu du métal à l'état de combinaison définie.

» Cette manière de voir est conforme aux résultats obtenus antérieurement par M. Carnot dans l'étude chimique d'aciers de même nature. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Vision entoptique et sensibilité dans la tache jaune*
Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'œil placé devant un champ lumineux uniforme ne perçoit aucune différence d'éclairement, bien que la rétine ne soit pas également éclairée partout et qu'elle présente dans ses diverses parties de notables différences de sensibilité. On sait que la lacune de Mariotte n'est pas distinguée dans

(¹) *Comptes rendus*, t. CX, p. 283; 1889, et t. CXI, p. 445; 1890.

les conditions ordinaires, elle donne la même sensation de clarté que les parties voisines. L'ombre des vaisseaux rétiniens n'est pas perçue davantage. La tache jaune (*macula*), moins sensible que le reste de la rétine, devrait donner une ombre très reconnaissable, d'autant plus que cette partie est beaucoup plus étendue qu'on ne se le figure ordinairement. Le diamètre de la *macula* étant de 2^{mm} à 3^{mm}, sa projection à 30^{cm} a une largeur d'au moins 3^{cm} à 5^{cm}; à 1^{m}, la *macula* devrait former une ombre presque circulaire de 12^{cm} à 18^{cm} de diamètre. Encore cette étendue comprend des zones de sensibilité très différente, dont la plus remarquable est la *fovea centralis*, qui en occupe le centre et qui a une largeur environ dix fois moindre.

» L'uniformisation de l'intensité lumineuse apparente entre ces diverses parties de la rétine peut être attribuée en partie à ce que la sensibilité s'émousse assez rapidement aux points les plus sensibles, qui sont les plus fortement excités; mais les faits énoncés dans ma dernière Note montrent qu'il faut surtout mettre en cause l'irradiation nerveuse, qui, se portant des parties plus excitées (plus sensibles) aux parties moins excitées (moins sensibles), tend à mettre en équilibre fonctionnel toutes les cellules de la sphère visuelle corticale.

» Mais il n'en est plus de même, et cet équilibre n'a pas le temps de se produire si, au lieu de faire agir sur la rétine une excitation continue, on varie brusquement et plus ou moins fréquemment son état d'excitation; on prend alors sur le fait les courants sensoriels en question et l'on met en évidence de la façon la plus nette les différences d'éclairement ou d'excitabilité rétinienne.

» L'indication principale à remplir pour obtenir ce dernier résultat est d'avoir un champ visuel rigoureusement uniforme et surtout de très faible intensité. En se plaçant dans les conditions indiquées pour voir l'ombre de la pupille, j'ai pu souvent voir en même temps, au moment où l'œil est brusquement découvert, l'ombre des grosses branches de l'arbre vasculaire de Purkinje (vaisseaux rétiniens).

» L'ombre de la *macula lutea* se produit le plus facilement au moment du crépuscule, en regardant sur un sol clair, ou sur le ciel du côté opposé au soleil couché. On couvre et l'on découvre largement les yeux, soit par un écran, soit tout simplement par des mouvements de fermeture ou d'ouverture des paupières. Avec des mouvements assez lents de l'écran (au-dessous de 1 ou 2 par seconde), on voit devant le regard une tache sombre uniforme; pour une fréquence plus grande (3 ou quatre par se-

conde), la tache sombre est remplacée par une tache claire entourée d'un anneau sombre; des mouvements encore un peu plus rapides montrent cette zone sombre entourée elle-même d'un second anneau plus clair que le fond du champ visuel. L'étendue apparente de la région où se montrent ces phénomènes, mesurée à une distance donnée de l'œil, correspond bien à celle de la tache jaune. Quant aux rapports de ces alternatives concentriques de lumière et d'ombre avec les oscillations rétiniennes que j'ai décrites précédemment, je n'ai pu les préciser jusqu'à présent (Maxwell, Exner, etc. ont décrit diverses observations paraissant se rapporter à la perception de la tache jaune, mais dans des conditions qui étaient loin d'être rigoureusement définies).

» Quant à la *fovea centralis*, le meilleur moyen de la voir entoptiquement est de produire à l'aide d'un spectroscope le scotome central que j'ai trouvé depuis longtemps d'abord dans le bleu, puis dans toutes les autres couleurs. L'instrument étant éclairé faiblement, par un jour moyen, avec la fente à son minimum d'ouverture, on peut, en déplaçant très légèrement l'œil par de petits mouvements latéraux au-devant de l'oculaire, réaliser des variations alternatives d'éclairage suffisantes pour faire percevoir divers phénomènes entoptiques, par exemple la projection des plus petits vaisseaux rétiniens, les lignes fines de Nuel, et enfin la projection de la *fovea;* celle-ci se montre sous forme d'une petite tache sombre entourée d'un anneau plus clair que le fond environnant; je puis la dessiner facilement sur le papier : elle a alors en moyenne une largeur de 2^{mm}, l'anneau clair a à peu près un diamètre double. Pour plus de précision, on peut projeter la tache à distance fixe sur une échelle graduée qu'on observe à l'aide du second œil; en estimant ainsi sa largeur, on trouve qu'elle correspond à une image rétinienne de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$; ce sont justement les dimensions de la *fovea*.

» Ce scotome central paraît un peu plus large dans le bleu et le vert bleu que dans les rayons moins réfrangibles à partir de E. Plus facile à percevoir dans le bleu (où il exige un peu plus de lumière), *il est visible partout, dans l'extrême rouge y compris.* Pour l'observer il vaut mieux, quand on le peut, déplacer latéralement le spectroscope que de remuer la tête; un petit spectroscope est donc préférable, surtout quand il peut tourner facilement autour d'un pied vertical; quant au spectre, il est indifférent de l'orienter parallèlement ou perpendiculairement au déplacement du regard; mais, dans le second cas, on est sûr de n'opérer à la fois que sur une zone spectrale unique.

» Cette production d'un scotome central très net a une grande importance, non pas tant en confirmant mes expériences anciennes (de 1877 et 1884) qu'en donnant la raison d'une erreur expérimentale commise par plusieurs observateurs dans l'observation de la tache jaune. Ces observateurs (Kœnig, von Kries, etc.), dominés par l'idée de M. Parinaud que les bâtonnets seuls peuvent donner la sensation incolore que j'ai montrée être à la base de toute sensation visuelle, même d'origine rigoureusement monochromatique, ont cru reconnaître qu'une excitation colorée, vue sous le minimum perceptible, n'est pas vue incolore par la *fovea*. J'ai vérifié le contraire plus de cent fois, mais à la condition de prendre des précautions toutes spéciales pour maintenir absolument le regard dans la direction du centre de la *fovea*, dont il tend avec force à s'échapper, tant qu'on ne lui présente que de petits points éclairés au minimum : il fuit alors le point central avec une persévérance inouïe, pour se fixer sur les parties immédiatement voisines, plus sensibles (anneau clair de la figure entoptique); on ne peut le ramener au centre qu'en lui fournissant un point de repère fixe sur lequel il s'oriente. J'ai décrit ailleurs ces expériences de vérification, sur lesquelles je n'ai pas à m'étendre en ce moment (voir *Archives d'Ophtalmologie*, mai 1896; *Association française, Congrès de Carthage*, 1896). Elles démontrent, sans doute possible, qu'au centre comme partout ailleurs, et pour toutes les couleurs, la sensation minima est incolore; que, par conséquent, elle peut être fournie par les cônes (seuls éléments centraux) aussi bien que par les bâtonnets; que la vision nette et la perception des couleurs ne marchent pas de pair l'une avec l'autre; que le maximum de perception des couleurs est *non au centre*, mais *sur les bords de la fovea*, tandis que le point central est au contraire le lieu du maximum de distinction nette des détails, fonction qui entre en jeu dès que l'éclairement a atteint une valeur suffisante. Il est facile d'en conclure que la perception des couleurs n'est pas simplement fonction de l'excitation des cônes, ainsi qu'on est trop disposé à l'admettre. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le poids atomique de l'azote.* Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« Dans une série de Notes publiées récemment dans les *Comptes rendus* (t. CXXVI, p. 954, 1030, 1415 et 1501; 1898), M. D. Berthelot expose une nouvelle méthode de détermination précise des poids atomiques,

applicable aux éléments chimiques gazeux ou fournissant des combinaisons gazeuses, et basée sur la mesure de la densité et de la compressibilité de ces éléments ou de leurs combinaisons. La comparaison des poids atomiques ainsi calculés avec les poids atomiques définis par l'analyse chimique lui donne un accord satisfaisant pour certains éléments (hydrogène, carbone), tandis que certains autres (chlore, soufre, phosphore et surtout azote) manifestent un désaccord sensible. Pour l'azote, en particulier, on a, le poids atomique de l'oxygène étant pris par définition égal à 16,000 :

Par les données physiques (D. Berthelot).......	14,005
Par l'analyse chimique (Stas)................ ..	14,044

» L'écart de ces deux nombres atteint, on le voit, près de trois millièmes de leur valeur.

» M. D. Berthelot cherche à expliquer ce désaccord par l'inexactitude du nombre déterminé par voie chimique, inexactitude due à une erreur systématique qui vicierait le résultat des recherches classiques de Stas. L'an dernier déjà, M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 299; 1897), calculant lui aussi au moyen de mesures physiques le poids atomique de l'azote, avait obtenu la même valeur 14,005, et expliqué par la même erreur systématique le nombre notablement plus fort obtenu par Stas.

» Cette erreur systématique a été signalée pour la première fois par Dumas (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 289; 1878) : l'argent en grenaille, tel que l'employait Stas dans ses déterminations, retient de l'oxygène qu'il a dissous pendant sa fusion. Le poids atomique de ce métal, fixé par Stas à 107,929, doit donc être légèrement abaissé, ce qui conduit à modifier aussi celui de l'azote, déterminé en fonction de celui de l'argent. Partant de la proportion d'oxygène que Dumas a trouvée dans l'argent fondu, M. Leduc calcule que le poids atomique de l'azote résultant des expériences de Stas doit être abaissé de 14,044 à 14,002; de son côté, M. D. Berthelot déduit des nombres de Dumas une conclusion analogue.

» Cette correction est-elle légitime? Peut-on admettre que la proportion d'oxygène trouvée par Dumas dans l'argent fondu (fondu notamment en présence de nitre, employé à des doses volontairement exagérées) représente bien la proportion d'oxygène existant dans l'argent préparé par Stas avec les précautions multiples que l'on sait?

» La réponse à ces questions se trouve dans un Mémoire de Stas lui-même, publié après sa mort (*Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, t. XLIX; 1893, et *Œuvres complètes*, t. III, p. 1-201), et qui paraît avoir échappé à l'atten-

tion de M. Leduc et de M. D. Berthelot. Dans cet important travail, Stas, justement soucieux de rechercher si la cause d'erreur signalée par son « illustre maître Dumas » affectait d'une façon sensible les résultats numériques de ses recherches antérieures, a soumis à un examen minutieux, au point de vue de la quantité d'oxygène occlus, les échantillons même d'argent précédemment employés à ses déterminations de poids atomiques. Ses conclusions à cet égard sont les suivantes (*loc. cit. : Mémoires*, p. 116; *Œuvres*, p. 124) :

» L'argent qui m'a servi pour la détermination des poids atomiques renfermait des gaz, et il en est de même du métal obtenu dans des conditions identiques.

» Le contenu en gaz de ces métaux s'élève à $\frac{1}{35800}$ du poids de l'argent, quantité qui ne peut avoir eu aucune influence sur les conclusions que j'ai déduites de mes travaux, puisque l'erreur qui en résulte se confond absolument avec l'erreur inévitable dans les expériences de cette nature. »

» Si l'on calcule, en effet, au moyen du nombre fourni par Stas dans les lignes qui précèdent, le changement qui en résulte pour le poids atomique de l'azote, on trouve :

Nombre original de Stas......................	14,044
Nombre corrigé	14,040

» On voit que la différence entre ces deux nombres est bien de l'ordre des erreurs d'expérience. L'écart est au contraire dix fois plus fort, si l'on compare ces nombres à ceux que M. Leduc et M. D. Berthelot ont déduits, soit de mesures physiques, soit de corrections arbitrairement effectuées sur les nombres de Stas. L'erreur systématique signalée par Dumas ne peut donc suffire à justifier un tel écart. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique du tellure* (1).
Note de M. R. METZNER, présentée par M. A. Ditte.

« La détermination du poids atomique du tellure a été l'objet de nombreux travaux. Les dernières recherches ont été entreprises dans le but d'éclaircir la question, si controversée, de savoir définitivement si le poids atomique du tellure est plus grand que celui de l'iode, ce qui est contraire aux exigences de la loi périodique, ou s'il est plus petit : elles ont donné des résultats compris entre 127,05 et 127,74.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Ditte, à la Sorbonne.

» Nous remarquerons tout d'abord que, parmi toutes ces expériences, aucune n'a été faite avec du tellure présentant des garanties suffisantes de pureté. Les derniers expérimentateurs, en particulier, ont opéré avec du tellure distillé; or, la distillation n'est pas un procédé rigoureux de purification dans le cas où le tellure serait mélangé avec d'autres corps simples se volatilisant sensiblement à la même température que lui, ce qui est le cas de l'antimoine et du bismuth.

» La matière qui m'a servi était obtenue par décomposition de l'hydrogène telluré. M. Ditte [1] a montré que ce corps présente vers 500° un maximum de dissociation, et il a indiqué un procédé pour préparer le tellure cristallisé. En employant cette méthode, j'ai obtenu de très belles aiguilles qui, dans l'état actuel de nos connaissances, représentent le tellure le plus pur qu'on sache préparer, et il semble bien qu'elles ne contiennent d'impureté d'aucune sorte.

» J'effectuais la préparation du tellure dans des tubes scellés, en présence d'une quantité limitée d'hydrogène; le rôle des impuretés de celui-ci est alors négligeable, ce qui pourrait ne pas avoir lieu avec un courant de gaz. L'antimoine et le bismuth traités par l'hydrogène, de la même manière et à la même température, ne donnent lieu à aucun transport de métal. Si de la substance employée dans la recherche du poids atomique du tellure on passe aux méthodes suivies, on constate qu'elles ne présentent pas non plus toutes les garanties nécessaires d'exactitude.

» Brauner a choisi l'analyse du tétrabromure; or, de son propre aveu, cette substance « *ne peut être ni fondue, ni distillée sans décomposition* ».

» Ses résultats varient entre 127,57 et 129,63.

» Staudenmaier utilise la réduction, par l'hydrogène, de l'acide tellurique cristallisé; il est difficile d'avoir celui-ci exempt d'eau-mère, et les nombres varient entre 127,05 et 127,6; toutefois, en interprétant les résultats de manière à éliminer cette cause d'erreur, j'ai trouvé des nombres plus grands que les siens et allant jusqu'à 127,74.

» Mes expériences ont été faites en suivant deux méthodes qui me paraissent mériter plus de confiance, à savoir : la synthèse du sulfate de tellure, et la réduction de l'acide tellureux par l'oxyde de carbone.

» I. *Emploi du sulfate de tellure.* — L'acide tellureux fondu se dissout dans l'acide sulfurique étendu d'un peu d'eau, mais il n'est pas nécessaire

---

[1] *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. I, p. 293.

de passer par cet intermédiaire, et l'on peut attaquer directement le tellure. L'opération se fait alors avec formation d'un dépôt blanc de sulfate, insoluble dans l'acide sulfurique, et production d'une liqueur pourpre qu'on décolore facilement avec quelques gouttes d'acide nitrique pour pouvoir suivre les progrès de la transformation du tellure. Quand celle-ci est complète, on ajoute assez d'acide étendu de son volume d'eau, pour obtenir une dissolution *complète*. Il suffit alors d'évaporer à sec, puis de peser le sulfate bien cristallisé et parfaitement blanc qu'on obtient.

» La capsule de platine dans laquelle se fait l'attaque est recouverte d'un verre de montre pour éviter les projections de matière; on la chauffe en la disposant dans une capsule plus grande, également en platine, qui seule est exposée à l'action des produits de la combustion; enfin, la dessiccation du sulfate se fait entre 350° et 400° avec les mêmes précautions. Voici les résultats de trois opérations :

Tellure.	Sulfate.	Poids atomique.
790,2	1235,0	127,9
414,3	647,5	128,0
1098,3	1717,0	127,8

» II. *Réduction de l'acide tellureux*. — J'ai opéré cette réduction par l'oxyde de carbone en présence de l'argent, ce qui supprime les pertes qui, lorsqu'on se sert d'hydrogène comme réducteur, peuvent provenir de la formation de petites quantités d'hydrogène telluré; on a, en outre, une vérification précieuse des résultats en pesant l'acide carbonique formé.

» L'acide tellureux dont je me suis servi provenait de la destruction du tétrachlorure de tellure par l'eau; l'acide hydraté ainsi obtenu était fondu dans une nacelle de platine, à l'abri de l'oxygène de l'air. On obtenait ainsi une substance d'un beau blanc, tandis que celle qui provient de l'attaque du tellure par l'acide nitrique est toujours plus ou moins jaune, sans doute à cause de la présence d'un peu d'anhydride tellurique.

» Pour faire une expérience, on mélangeait de l'acide tellureux très finement pulvérisé avec un poids d'argent quatre à cinq fois supérieur à celui qui est nécessaire pour constituer du tellurure, et l'on finissait de remplir la nacelle avec de l'argent pur. On dessèche tout d'abord parfaitement la matière en la chauffant dans le tube à réduction traversé par un courant d'air sec. Quand la nacelle ne variait plus de poids, on remplaçait le courant d'air par de l'oxyde de carbone bien exempt d'acide carbo-

nique et, lui aussi, parfaitement sec. A cet effet, le gaz traversait successivement un tube à boules contenant de la potasse, puis un tube en U renfermant des fragments de la même matière; ensuite un tube de Mohr contenant de l'acide sulfurique, et enfin un tube en U à anhydride phosphorique.

» Un tube témoin, placé à l'entrée du tube à réduction, contenait, dans l'une de ses branches, de la potasse caustique et, dans l'autre, de l'anhydride phosphorique : ce tube n'a pas varié de poids pendant toute la durée des expériences.

» Une fois l'air entièrement chassé, on fixait à l'extrémité libre du tube à réduction le système ordinairement employé dans les analyses organiques pour l'absorption de l'acide carbonique; on chauffait alors lentement pendant deux à trois heures, pour produire le départ de l'oxygène sans agglutiner la matière, et l'on terminait l'opération en portant le tube au rouge pendant quelques instants.

» Voici les résultats de quatre déterminations :

TeO^2.	Perte de poids.	CO^2.	Poids atomique du tellure.
743,2	118,8	543	127,8
1106,7	221,3	559	128,0
988,5	197	»	128,24
1312,5	262,5	»	128,0

» En résumé, toutes mes déterminations, aussi bien avec le sulfate qu'avec l'acide tellureux, m'ont donné des nombres plus grands que ceux trouvés par Brauner et Staudenmaier : la moyenne de mes résultats est égale à 127,9. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sodammonium en excès sur le phosphore rouge* (1). Note de M. C. **Hugot**, présentée par M. A. Ditte.

« Les résultats de l'action du phosphore en excès sur le sodammonium ont déjà été publiés (2). L'action du sodammonium en excès sur le phos-

(1) Travail fait dans les laboratoires de Chimie de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 206.

phore donne naissance à un composé dont l'étude fait l'objet de cette Note.

» L'appareil employé dans ces expériences se compose d'un tube plein de soude récemment fondue, dans lequel on liquéfie le gaz ammoniac pur. Au contact de l'hydrate de soude, l'ammoniac liquide se déshydrate complètement. Ce tube R, qui sert de réservoir à gaz ammoniac, est fermé par un robinet en verre. Il est relié d'une part à un manomètre de mercure, de l'autre à l'appareil où s'effectuera la réaction. Sur la petite branche du manomètre est soudé un tube à robinet permettant de recueillir, sur une cuve à mercure, les gaz dégagés pendant l'expérience.

» L'appareil dans lequel s'effectue la réaction du phosphore sur l'ammonium alcalin est tout entier en verre. Il présente sensiblement la forme d'un H, dont les parties verticales sont constituées par deux tubes larges A et B, et la partie horizontale par un tube étroit T contenant un tampon de coton de verre sec.

» Les extrémités inférieures des deux tubes A et B sont effilées et peuvent être, pour les pesées, fermées par des bouchons de liège. Les extrémités supérieures de A et B portent chacune un tube muni d'un robinet. C'est par le tube A que l'appareil communique avec le réservoir à gaz ammoniac décrit plus haut.

» Voici la marche d'une expérience :

» L'appareil ATB, séché avec soin, est mis en communication avec le réservoir R. Un courant de gaz ammoniac traverse l'appareil et chasse complètement l'air qu'il renferme. Les extrémités inférieures sont fermées par des bouchons de liège, et l'appareil est pesé plein de gaz ammoniac.

» On introduit successivement dans le tube A un morceau de phosphore rouge lavé, et séché dans un courant de gaz ammoniac, et un globule de sodium, en pesant chaque fois, comme précédemment, l'appareil plein de gaz ammoniac. Le sodium est introduit à l'état fondu dans une atmosphère d'hydrogène pur et sec; il a été purifié par distillation.

» Les poids de phosphore et de sodium étant ainsi connus, on ferme à la lampe les extrémités inférieures des tubes A et B.

» On rétablit la communication entre le réservoir R et l'appareil ATB plongé dans un mélange réfrigérant; le sodammonium se forme et se dissout dans l'excès de gaz ammoniac liquéfié.

» Le phosphore entre en réaction avec le sodammonium. La liqueur, d'abord mordorée, devient lentement verdâtre. Cette teinte verdâtre est plus ou moins claire suivant que le phosphore est en plus ou moins grande quantité par rapport au sodium. On constate en même temps sur les parois du tube A la formation de petits cristaux brillants.

» Pendant cette opération, et surtout au bout de quelques heures de contact, il se dégage de l'hydrogène que l'on recueille sur la cuve à mercure.

» Après un jour de repos, l'appareil étant maintenu dans la glace fondante, on fait passer le liquide jaune verdâtre, en inclinant l'appareil, du tube A dans le tube B à travers le coton de verre. Le sodammonium en excès passe en grande partie.

» On fait ensuite distiller le gaz ammoniac liquéfié, de B en A, en refroidissant A et échauffant le tube B. Puis on fait écouler de nouveau le liquide de A en B à travers le coton de verre. En un mot on lave le tube A avec le gaz ammoniac liquéfié.

» Cette opération doit généralement se continuer pendant plusieurs jours pour enlever les dernières traces de sodium, qui suffisent pour colorer le liquide en bleu verdâtre. Il reste en A une poudre cristalline qui paraît jaune. Si on laisse le gaz ammoniac liquéfié baigner quelque temps ces cristaux, on s'aperçoit qu'il prend une teinte jaune. On peut procéder au lavage de cette poudre cristalline comme on l'a fait plus haut.

» En maintenant l'appareil à 0°, on laisse dégager peu à peu le gaz ammoniac. Il reste alors en B un dépôt jaune qui tapisse les parois du tube, ainsi que du sodium cristallisé provenant de la dissociation du sodammonium en excès.

» Le corps jaune contenu dans B correspond à la formule $P^2H^3Na^3$.

» Les cristaux légèrement colorés en jaune du tube A sont des cristaux d'amidure de sodium mélangé à des traces du corps $P^2H^3Na^3$. Si l'on analyse en effet ces cristaux après les avoir lavés pendant plusieurs jours au gaz ammoniac liquéfié, on trouve qu'ils correspondent à la formule AzH^2Na.

» La réaction qui a eu lieu dans le tube A peut être représentée par :

$$(a) \qquad 6\,AzH^3Na + 2P = P^2H^3Na^3 + 3\,AzH^2Na + 3\,AzH^3.$$

» La quantité d'amidure de sodium formé est donnée par le poids des cristaux restés en A. Il faut en retrancher le poids d'amidure provenant de la décomposition spontanée du sodammonium signalée par M. Joannis ([1]). Cette donnée sera connue par le dosage de l'hydrogène dégagé pendant l'opération et recueilli sur la cuve à mercure.

» Le corps jaune, traité par les acides et l'eau, donne lieu aux réactions suivantes :

$$(b) \qquad P^2H^3Na^3 + 3HCl = 3NaCl + 2PH^3.$$

$$(c) \qquad P^2H^3Na^3 + 3H^2O = 3NaOH + 2PH^3.$$

» Le phosphore est déduit de la quantité de phosphure d'hydrogène dégagé lorsqu'on fait agir lentement l'eau pure ou acidulée sur le corps précédent. Le sodium en excès est connu par le volume d'hydrogène dégagé dans ces mêmes réactions.

» Chauffé dans le vide, le corps $P^2H^3Na^3$, après avoir perdu un peu de gaz ammoniac qu'il retient, laisse partir vers 100° du phosphure d'hydrogène et un peu d'hydrogène. De 150° à 200°, au contraire, la proportion de phosphure d'hydrogène diminue beaucoup. Enfin de 200° à 300° le gaz recueilli n'est que de l'hydrogène ([2]).

([1]) A. Joannis, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 392.

([2]) La somme des poids de l'hydrogène pur et de l'hydrogène correspondant au

» Afin de ne pas prolonger ces lavages fastidieux au gaz ammoniac liquéfié, il semblerait, d'après la formule (*a*), plus commode de faire entrer en réaction le sodium et le phosphore dans des proportions à peine supérieures au rapport de 3 à 1. L'expérience montre que, si l'on n'opère pas avec un excès suffisant de sodium, la réaction (*a*) n'est plus seule à se produire. On constate la formation de composés difficiles à déterminer. On peut cependant affirmer la présence du corps PH^2Na, auquel M. Joannis a donné le nom de *phosphidure de sodium* ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés d'un nouveau carbure de tungstène.* Note de M. **P. Williams** ([2]), présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons essayé de préparer des carbures doubles de fer avec un certain nombre de métaux voisins tels que le chrome, le molybdène, le tungstène, etc.

» En étudiant notamment les composés doubles de tungstène et de fer, nous avons pu isoler un nouveau carbure de tungstène.

» M. Moissan a décrit un composé ([3]) répondant à la formule Tu^2C et qu'il a obtenu en chauffant le tungstène avec un excès de charbon au four électrique. Ce corps est attaqué par le chlore; au contraire, le composé que nous avons obtenu s'en différencie nettement par l'action du chlore qui ne l'altère point. Sa formule est TuC.

» Le présent Travail a pour but de faire connaître sa préparation et ses principales propriétés.

» *Préparation du carbure de tungstène.* — Le carbure de tungstène TuC peut être obtenu par l'un ou l'autre des procédés suivants :

» 1° On fait un mélange intime d'acide tungstique pur, calciné, de fer et de coke de pétrole dans les proportions suivantes :

	gr
Acide tungstique	120
Coke de pétrole	20
Fer	150

---

phosphure d'hydrogène représente précisément la quantité théorique d'hydrogène contenu dans $P^2H^3Na^3$.

([1]) M. A. Joannis, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 557.

([2]) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

([3]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 15.

« Ce mélange, placé dans un creuset en charbon, est chauffé au rouge blanc, au moyen d'un violent feu de forge, pendant une heure. Après refroidissement, on trouve dans le creuset un culot métallique, bien fondu, très dur et d'aspect cristallin. Ce culot renferme le carbure de tungstène mélangé avec une grande quantité de fer et de carbure double.

» Pour séparer le carbure de l'excès de fer, le culot est attaqué par l'acide chlorhydrique chaud jusqu'à complète désagrégation. Il reste un mélange de carbure double de tungstène et de fer et de carbure de tungstène. On peut séparer la plus grande partie du carbure simple des composés doubles de fer et de tungstène, au moyen d'un aimant, le carbure de tungstène étant non magnétique. Ce carbure est encore mélangé de graphite, mais la grande différence entre les densités du carbure et du graphite permet de les séparer très facilement par lévigation. Les dernières impuretés sont enlevées par un courant de chlore au rouge. Enfin, l'emploi du bromoforme ou de l'iodure de méthylène permet d'éliminer la petite quantité de graphite qui a pu être libérée dans le traitement au chlore.

» 2° On peut préparer également le carbure au four électrique. Le même mélange, chauffé pendant cinq à six minutes, avec un courant de 900 ampères et 45 volts, fournit un culot, bien fondu, très cassant et qui renferme aussi beaucoup de graphite. La séparation du carbure est faite comme il a été indiqué plus haut.

» Les cristaux du carbure préparé au four électrique sont plus gros que ceux que nous avons obtenus au moyen de la forge. Le rendement est assez faible dans tous les cas, et le carbure se rencontre principalement à la périphérie du culot. Nous avons pensé que ce fait était dû à un refroidissement brusque; nous avons alors plongé le culot sortant du four dans un vase rempli d'eau froide, comme cela a été décrit par M. Moissan dans ses expériences sur la reproduction du diamant et la préparation du carbure de fer. Nous avons obtenu ainsi un rendement plus grand, mais les cristaux sont moins nets.

» *Propriétés physiques.* — Le carbure de tungstène se présente sous la forme d'une poudre d'un gris de fer; examinée au microscope, elle est formée de cristaux cubiques et non transparents. Il est très dur, il raye facilement le quartz. La densité à + 18° est 15,7.

» Le carbure de tungstène fond très difficilement. Une petite quantité de ce carbure, placée dans un creuset de charbon de cornue bien fermé, a été chauffée pendant quinze minutes avec un courant de 950 ampères et 45 volts. Le carbure TuC a été partiellement liquéfié et transformé en carbure Tu^2C et graphite, ainsi que nous l'a démontré l'analyse de la partie fondue.

» *Propriétés chimiques.* — Le carbure de tungstène, chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène pur et sec, n'est pas altéré.

» Chauffé en présence d'oxygène ou d'air, il s'oxyde lentement avec formation des acides tungstique et carbonique. L'azote est sans action au rouge.

» A froid le fluor l'attaque avec incandescence, mais le chlore, le brome et l'iode sont entièrement sans action sur le carbure, au rouge vif.

» Les hydracides gazeux et leurs dissolutions dans l'eau ne l'attaquent pas. Lorsqu'on le chauffe avec l'acide chlorhydrique dans un tube scellé pendant trois heures à la température de 350°C., il n'y a pas d'action entre le carbure et l'acide, mais une quantité considérable de cristaux de chlorure de sodium se sépare par refroidissement à cause de l'attaque du verre.

» Les acides nitrique et sulfurique attaquent très lentement le carbure.

» Il n'y a pas d'action entre l'eau et le carbure à la température de ramollissement du verre de Bohême. Il s'oxyde facilement en chauffant avec le chlorate ou l'azotate de potassium; le bisulfate et le carbonate de potassium ne l'attaquent que très lentement.

» *Analyse du carbure de tungstène.* — Le carbone est dosé en brûlant le carbure dans un courant d'oxygène. L'acide carbonique qui se forme est absorbé par les tubes à potasse, préalablement pesés.

» Le tungstène est dosé par l'oxydation du carbure dans un courant d'air. On pèse ensuite l'acide tungstique.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour TuC.
Tungstène	93,55	93,52	93,60	93,88
Carbone	5,87	6,20	6,08	6,12

» En résumé, nous avons préparé un carbure de tungstène de formule TuC. Ce carbure prend naissance lorsqu'on chauffe, à la température du four électrique, un mélange d'acide tungstique et de charbon avec un grand excès de fer. En présence d'acide tungstique et de charbon seulement, le carbure Tu^2C se forme ainsi que l'a indiqué M. Moissan.

» Par conséquent, en présence de carbure de fer, il est possible d'obtenir un composé de tungstène qui renferme deux fois plus de carbone que celui obtenu lorsque l'on chauffe ensemble le tungstène et le carbone. Le fer en facilitant la fusion de la masse permet de préparer ce composé à une température inférieure à la température de fusion du tungstène à laquelle le carbure Tu^2C prend seul naissance. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de séparation du géraniol et du citronnellol.* Note de MM. **J. Flatau** et **H. Labbé** (¹), présentée par M. Friedel.

« Aucune des méthodes chimiques (²) proposées jusqu'ici pour la séparation du géraniol et du citronnellol dans les diverses essences de géranium et de roses n'étant satisfaisante nous avons cherché et réalisé la méthode suivante, fondée sur les caractères physiques différents de deux dérivés de ces alcools, qu'on obtient facilement par le nouveau procédé avec un rendement presque théorique.

» L'essence (géranium de l'Inde, géranium Bourbon, citronnelle, rose, etc.), saponifiée par la potasse alcoolique à 5 pour 100, est rectifiée dans le vide. La portion 120°-140° sous 30^{mm} est dissoute avec son poids d'anhydride phtalique dans un volume égal de benzène cristallisable.

» Après une heure d'ébullition au réfrigérant ascendant, on évapore le benzène et l'on fait le sel sodique des éthers formés. La masse gélatineuse obtenue est dissoute dans l'eau tiède et la solution lavée à l'éther jusqu'à complet enlèvement des impuretés; on met en liberté les éthers par l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau.

» Le mélange des éthers purs ainsi obtenus est traité par la ligroïne qui les dissout entre 20° et 25°; on refroidit ensuite la solution vers —5°. L'éther géranyl-phtalique, insoluble dans la ligroïne à cette température, se sépare sous la forme de cristaux dont on peut hâter le dépôt par addition d'un cristal pur; on sépare les cristaux, on les lave à la ligroïne, puis on évapore la solution dans la ligroïne qui abandonne l'éther citronnellyl-phtalique pur sous la forme d'une huile jaune d'or épaisse, qui ne cristallise pas par un grand refroidissement.

» Les deux éthers sont ensuite saponifiés séparément par ébullition pendant une heure environ au réfrigérant ascendant avec la quantité convenable de potasse alcoolique à 5 pour 100. On les purifie ensuite par rectification ou entraînement dans un courant de vapeur d'eau.

» Le géraniol obtenu par cette méthode bout à 228°,2 sous 750^{mm} sans la moindre trace de décomposition, et à 122° sous 29^{mm} (thermomètre entièrement plongé dans la vapeur). Sa densité à 0° = 0,8965.

» C'est un liquide incolore, d'une odeur douce et très agréable de rose.

» Le citronnellol bout à 221°,5 sous 755^{mm}.

(¹) Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

(²) Barbier et Bouveault, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 51. Tiemann, *Ber.*, t. XXIX, p. 921 et suivantes. H. Erdmann, *Journ. für prakt.*, t. LVI, p. 28.

» Il a une odeur analogue à celle du géraniol, mais plus forte et ressemblant davantage à celle de rose.

» Par la méthode que nous venons de décrire, nous avons aussi analysé les diverses essences réputées contenir du géraniol et du citronnellol, et nous avons modifié les dosages admis de la façon suivante :

Essence de géranium d'Inde.

Alcools.........	80 pour 100	Géraniol........	63 pour 100
		Citronnellol.....	17 pour 100

Essence de citronnelle.

Alcools.	46 pour 100	Géraniol........	40 pour 100
		Citronnellol... .	6 pour 100

Essence de géranium Bourbon.

Alcools.........	80 pour 100	Citronnellol.. ..	70 pour 100
		Géraniol........	10 pour 100

Essence de roses (Bulgarie) [1].

Alcools......	85 à 90 pour 100	Géraniol........	70 pour 100
		Citronnellol.....	15 pour 100

Essence de mélisse.

Alcools.........	32 pour 100	Géraniol........	20 pour 100
		Linalol.........	12 pour 100

» *Quelques nouveaux dérivés du géraniol et du citronnellol.* — A partir des alcools purs obtenus par la méthode précédente, nous avons préparé quelques nouveaux dérivés :

» 1° *Éther géranyl-phtalique*

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle C = CH - CH_2 - CH^2 - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = CH - CH^2OCOC^6H^4 - COOH,$$

obtenu cristallisé de la ligroïne en tables rhombiques. Il fond à 47°.

» Après séchage dans le vide à poids constant, cette substance donne à l'analyse les chiffres suivants :

Calculé pour $C^{18}H^{18}O^4$........	C = 71,52	H = 7,28
Trouvé.....................	C = 71,33	H = 7,36

(1) Privée du stéaroptène.

» Il est facilement soluble dans tous les solvants à froid : chloroforme, alcool, benzène, acétone, éther, acide acétique.

» Dans la ligroïne, il est facilement soluble à 25° et commence à se précipiter à 10°-12°; à +5° il est tout à fait insoluble dans ce solvant [1]. Son sel d'Ag, sous la forme d'une poudre blanche très stable, fond à 133°,8.

» 2° *Éther tétrabromogéranyl-phtalique*

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{|}{C}Br - CHBr - CH^2 - CH^2 - \underset{|}{C}Br - CHBr - CH^2 \underset{|}{OCO} \\ \quad\;\; CH^3 \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH_3 \qquad\qquad\qquad\quad C^6H^4 - COOH \end{array}$$

ou éther phtalique du diméthyl-2.6-tétrabromure-2.3.6.7-octanol-8.

» Pour le préparer, nous avons bromé le produit précédent en solution éthérée (deux molécules de Br pour une de l'éther). La réaction se fait à froid. Pour purifier le produit, nous l'avons recristallisé dans le vide par précipitation de sa solution benzénique par la ligroïne.

» Ainsi purifié, il fond à 114°-115°.

» Il a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Br pour 100	Calculé.......	51,37
	Trouvé.......	50,78

» 3° Nous avons aussi préparé une certaine quantité d'éthers des deux alcools, en les chauffant en tubes scellés à 150°-160°, avec un excès d'acide en présence d'acétate de cadmium desséché.

» Le produit obtenu est lavé très soigneusement au carbonate de soude, et ensuite fractionné dans le vide. Après plusieurs distillations, les éthers sont précipités des alcools en excès. Nous avons constaté par titrage qu'ils renfermaient en moyenne 98 pour 100 de l'éther pur. Les rendements sont d'ailleurs assez bons pour le géraniol et presque quantitatifs pour le citronnellol.

	Ébullition	sous
	° °	mm
a. Acétate de citronellol.........	172-173	34
b. Valérate de citronellol........	194-196	31
c. Caproate de citronnellol [2]...	168-170	33
d. Crotonate de citronnellol.....	138-140	35
e. Valérate de géraniol..........	130-132	30

» Tous ces éthers possèdent des odeurs fortes et agréables analogues à celles des alcools. »

---

(1) Flatau et Labbé, *B. S. ch.*, 3e série, t. XIX, p. 83.

(2) Acide caproïque actif.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition des poissons, des crustacés et des mollusques.* Note de M. **Balland**.

« De tout temps les poissons, les crustacés et les mollusques ont servi à la nourriture de l'homme. Sans parler des stations préhistoriques, on peut invoquer Hérodote qui rapporte que les Babyloniens (Livre I, p. 200) et les Égyptiens (Livre II, p. 92) comptaient plusieurs tribus ne vivant que de poissons et que les Pœoniens (Livre V, p. 16) en faisaient même manger à leurs chevaux. De nos jours, le poisson est encore presque l'unique soutien de nombreuses peuplades maritimes (Esquimaux, Groenlandais, etc.). Il est hors de doute qu'en France il devrait jouer un rôle beaucoup plus considérable dans l'alimentation et qu'il y aurait lieu de prendre d'énergiques mesures pour en étendre le plus possible la consommation. L'exemple donné par Paris qui reçoit annuellement 28 millions de kilogrammes de poissons frais et 8 à 9 millions de kilogrammes de moules ou de coquillages montre ce que l'on pourrait obtenir sur les marchés de l'intérieur avec des moyens de transport moins onéreux, plus fréquents et plus rapides.

» Les analyses que nous avons effectuées, relatées en partie dans le Tableau qui suit cette Note, ont été faites sur la chair seule, desséchée très lentement après avoir été soigneusement dépouillée de la peau et des arêtes. Les matières azotées ont été calculées comme dans nos précédentes recherches en multipliant l'azote obtenu suivant le procédé Kjeldahl par le coefficient 6,25. C'est admettre que toutes ces matières contiennent uniformément 16 pour 100 d'azote, mais on sait qu'en réalité il en est qui en contiennent moins et pour lesquelles le coefficient adopté est trop faible, de sorte que les matières extractives obtenues par différence peuvent parfois comprendre de petites quantités de matières azotées.

» Il résulte de nos analyses quelques indications générales qui mettent bien en relief la composition des produits examinés.

» La proportion d'eau, dans les poissons frais, est très variable puisqu'elle oscille entre 59,80 et 85,80 pour 100. Il y a une relation directe entre l'eau et la graisse. Les poissons qui contiennent le moins d'eau sont les plus riches en graisse; exemples : l'alose, l'anguille de rivière, le maquereau, le saumon qui ont de 12,85 à 25,69 pour 100 de graisse à l'état normal, soit 35,58 à 63,90 pour 100, à l'état sec.

» Les poissons les moins gras (0,14 à 0,81 pour 100 de graisse à l'état normal et 0,90 à 3,90 pour 100 à l'état sec) tels que le brochet, la limande, le merlan, la morue, la perche, la raie, la sole, la tanche, la vive, sont aussi les plus azotés. Ils donnent à

l'état sec jusqu'à 93 pour 100 de matières azotées, c'est-à-dire plus que les viandes de boucherie dont nous parlerons dans une Note ultérieure.

» Avec les poissons salés ou conservés dans l'huile, la proportion d'azote, après dessiccation, est la même si l'on tient compte de l'huile ou du sel ajoutés.

» Il n'y a pas de relations absolues entre les poissons d'un même groupe : si les clupéidés (alose, hareng, sardine) ou les gadidés (colin, merlan, morues) présentent une certaine analogie de composition, on trouve plus de différences dans les cyprinidés (brême, carpe, dorade, gardon, goujon, tanche).

» En comparant les analyses des poissons maigres avec celles des pommes de terre qui ont été données précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 430) on voit que la proportion d'eau est à peu près semblable des deux côtés et que les matières azotées dans les poissons sont représentées assez exactement par les mêmes chiffres que les matières amylacées dans les pommes de terre.

» Les crustacés et les mollusques, à l'état sec, contiennent moins d'azote que les poissons; la graisse ne dépasse guère 8 pour 100.

» L'acidité présente les mêmes écarts de part et d'autre : 0,038 à 0,258 pour 100 à l'état normal.

Composition centésimale des principaux poissons, crustacés et mollusques, vendus aux Halles de Paris.

			Matières			
		Eau.	azotées.	grasses.	extractives.	Cendres.
Alose commune	A l'état normal	63,90	21,88	12,85	0,11	1,26
	A l'état sec	0,00	60,62	35,58	0,30	3,50
Anguille de rivière	A l'état normal	59,80	13,05	25,69	0,70	0,76
	A l'état sec	0,00	32,46	63,90	1,74	1,90
Anguille de mer	A l'état normal	75,80	16,97	5,27	1,09	0,87
	A l'état sec	0,00	70,10	21,75	4,51	3,64
Brême	A l'état normal	78,70	16,18	4,09	0,01	1,02
	A l'état sec	0,00	75,94	19,20	0,06	4,80
Brochet	A l'état normal	79,50	18,35	0,66	0,41	1,08
	A l'état sec	0,00	89,52	3,20	2,01	5,27
Carpe	A l'état normal	78,90	15,71	4,77	0,08	0,54
	A l'état sec	0,00	74,44	22,60	0,41	2,55
Carrelet	A l'état normal	79,50	16,40	1,43	1,12	1,55
	A l'état sec	0,00	79,98	6,96	5,48	7,58
Dorade	A l'état normal	81,80	16,94	0,93	0,06	0,97
	A l'état sec	0,00	89,62	4,90	0,32	5,16
Éperlans	A l'état normal	81,50	15,72	1,00	1,02	0,76
	A l'état sec	0,00	84,98	5,40	5,52	4,10
Gardon	A l'état normal	80,50	16,39	1,08	0,80	1,23
	A l'état sec	0,00	84,04	5,52	4,13	6,31
Goujon	A l'état normal	81,20	15,94	1,03	0,44	1,39
	A l'état sec	0,00	84,73	5,52	2,34	7,41

		Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières extractives.	Cendres.
Hareng frais	A l'état normal	76,00	17,23	4,80	0,46	1,51
	A l'état sec	0,00	71,80	20,00	1,90	6,30
Limande	A l'état normal	85,80	12,05	0,38	0,80	0,97
	A l'état sec	0,00	84,82	2,70	5,68	6,80
Maquereau	A l'état normal	67,60	15,67	15,04	0,28	1,41
	A l'état sec	0,00	48,37	46,41	0,88	4,34
Merlan	A l'état normal	80,70	16,15	0,46	1,25	1,44
	A l'état sec	0,00	83,65	2,36	6,51	7,48
Merlan noir (Colin)	A l'état normal	80,10	17,84	0,36	0,73	0,97
	A l'état sec	0,00	89,64	1,80	3,66	4,90
Morue longue	A l'état normal	84,20	13,87	0,14	1,00	0,79
	A l'état sec	0,00	87,78	0,90	6,32	5,00
Muge ou Mulet	A l'état normal	79,30	18,32	1,22	0,07	1,09
	A l'état sec	0,00	88,50	5,90	0,33	5,27
Perche	A l'état normal	82,60	14,90	0,55	0,98	0,97
	A l'état sec	0,00	85,63	3,16	5,61	5,60
Raie	A l'état normal	76,40	22,08	0,45	0,17	0,90
	A l'état sec	0,00	93,58	1,90	0,72	3,80
Rouget ordinaire	A l'état normal	72,80	22,85	0,98	2,29	1,08
	A l'état sec	0,00	84,00	3,60	8,45	3,95
Sardines	A l'état normal	73,10	22,12	2,33	0,57	1,88
	A l'état sec	0,00	82,22	8,65	2,13	7,00
Saumon	A l'état normal	61,40	17,45	20,00	0,08	0,87
	A l'état sec	0,00	45,72	51,82	0,20	2,26
Sole	A l'état normal	79,20	17,26	0,81	1,11	1,62
	A l'état sec	0,00	82,96	3,90	5,34	7,80
Tanche	A l'état normal	80,00	17,47	0,39	0,48	1,66
	A l'état sec	0,00	87,34	1,95	2,41	8,30
Truite saumonée	A l'état normal	80,50	17,52	0,74	0,44	0,80
	A l'état sec	0,00	89,82	3,80	2,28	4,10
Turbot	A l'état normal	77,60	18,10	2,28	1,28	0,74
	A l'état sec	0,00	80,82	10,15	5,73	3,30
Vive	A l'état normal	84,20	13,71	0,76	0,61	0,72
	A l'état sec	0,00	86,76	4,78	3,89	4,57
Crabe commun	A l'état normal	76,50	15,89	0,87	5,75	0,99
	A l'état sec	0,00	67,60	3,69	24,50	4,21
Crevettes	A l'état normal	78,80	17,98	1,00	1,01	1,21
	A l'état sec	0,00	84,80	4,69	4,73	5,78
Écrevisses	A l'état normal	82,30	13,59	0,57	2,89	0,65
	A l'état sec	0,00	76,76	3,23	16,31	3,70
Bigornaux (Littorine littorale)	A l'état normal	73,30	11,99	2,28	7,83	4,60
	A l'état sec	0,00	44,92	8,55	29,30	17,23

		Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières extractives.	Cendres.
Bucade (cardium comestible)	A l'état normal....	92,00	4,16	0,29	2,32	1,23
	A l'état sec.......	0,00	52,00	3,67	29,00	15,33
Huître commune........	A l'état normal....	80,50	8,70	1,43	7,33	2,04
	A l'état sec.......	0,00	44,60	7,32	37,61	10,47
Moules.................	A l'état normal....	82,20	11,25	1,21	4,04	1,30
	A l'état sec.......	0,00	63,20	6,82	22,68	7,30
Peigne de Saint-Jacques (Coquille Saint-Jacques).	A l'état normal....	78,00	13,69	1,54	5,05	1,72
	A l'état sec.......	0,00	62,24	7,00	22,96	7,80
Escargots de Bourgogne..	A l'état normal.. .	79,30	16,10	1,08	1,97	1,55
	A l'état sec.......	0,00	77,78	5,20	9,52	7,50
Petits escargots de vigne..	A l'état normal....	80,50	16,34	1,38	0,45	1,33
	A l'état sec.......	0,00	83,78	7,10	2,32	6,80

MINÉRALOGIE. — *Sur les formes cristallines du quartz des géodes de Meylan (Isère).* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« Dans son Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz (1856) Des Cloizeaux a, le premier, signalé une série de plagièdres de la zone $e^{\frac{1}{2}} s e^{2}$, qui modifient les arêtes culminantes de la pyramide hexagonale. Le premier terme de cette série, dont il a indiqué plusieurs, est celui qu'il a désigné par la lettre β; ses notations, en symboles de Lévy et de Bravais, sont $\left(d^{\frac{7}{20}} d^{\frac{1}{2}} b^{1}\right) = (27\bar{9}9)$. Ce savant a rencontré cette forme notamment sur certains cristaux de quartz hyalin associés à la calcite, à la dolomie et à la célestine dans les géodes des marnes de l'oxfordien moyen de Meylan, aux environs de Grenoble.

» En étudiant des cristaux de cette localité, que je dois à l'amitié de M. Léon de Mortillet, j'ai reconnu qu'ils présentent des formes nombreuses, parmi lesquelles plusieurs nouvelles, et, en particulier, celles qui modifient les arêtes $pe^{\frac{1}{2}}$, autrement dit, des trapézoèdres du premier ordre, supérieurs à la face rhombe s.

» Des Cloizeaux avait déterminé les suivantes :

» *a*. Entre $e^{\frac{1}{2}}$ et l'isoscéloèdre $\xi(11\bar{2}2)$:

$$\beta\left(d^{\frac{7}{20}} d^{\frac{1}{2}} b^{1}\right),\quad \gamma_2\left(d^{\frac{7}{23}} d^{\frac{1}{2}} b^{1}\right),\quad \gamma_1\left(d^{\frac{2}{7}} d^{\frac{1}{2}} b^{1}\right);$$

» *b*. Entre ξ et p :

$$\gamma_1\left(d^{\frac{1}{8}} d^{\frac{1}{2}} b^1\right),\quad H_2\left(d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{2}} b^1\right),\quad H_1\left(d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{2}} b^1\right),\quad H\left(d^{\frac{1}{17}} d^{\frac{1}{2}} b^1\right).$$

» En 1856 également, Websky (*Pogg. Ann.*) donna une liste de dix plagièdres de même nature; ce savant les désigne par la lettre d avec un indice variant de 1 à 10. De ces dix plagièdres, deux seuls sont regardés comme certains par Goldschmidt (*Index d. Krystallf. d. Min.*), savoir : d_1 et d_3, qui ne sont autres, respectivement, que γ et H_2 de Des Cloizeaux.

» Vom Rath, d'autre part, reconnut un autre plagièdre sur un cristal de quartz de Zöptau, en Moravie; il le note $\gamma_{\prime\prime}$ (*Zeitschr. Kryst.*; 1881), en symbole Bravais $(8.3.\overline{11}.11)$. La même année, ce savant retrouva β et γ_1 de Des Cloizeaux sur un beau cristal de Dissentis. Puis, dans une étude des cristaux de quartz de la Caroline du Nord, il signale quatre nouvelles formes qu'il désigne par les lettres γ_2, β, β_1, β_2, et dont les notations sont respectivement $(12.1.\overline{13}.13)$, $(23\overline{5}5)$, $(13\overline{4}4)$, $(15\overline{6}6)$. Notons que vom Rath a employé ici les lettres γ_2 et β, déjà prises par Des Cloizeaux pour deux autres formes différentes.

» G. Cesàro a, de son côté, reconnu la face β de Des Cloizeaux sur quelques cristaux de quartz trouvés dans les fentes du grès houiller de Sarolay (Belgique) (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XVII; *Mémoires*, 1890).

» Enfin, récemment M. Termier a décrit (*Bull. de la Soc. franç. de Min.*; 1895) un curieux cristal de quartz de Grindelwald, où, entre autres formes, il signale un nouveau trapézoèdre de premier ordre, qu'il désigne par la lettre ξ_1, et dont le symbole est $(34\overline{7}7)$.

» En somme, jusqu'à présent, nous trouvons, en y comprenant l'isoscéloèdre ξ, une série de quatorze plagièdres connus.

» J'ai pu en déterminer sept autres nouveaux sur les cristaux de Meylan; ce sont :

$$H_4(32.15.\overline{47}.47),\ H_5(43\overline{7}7),\ H_6(13.12.\overline{25}.25),\ \xi_2(35\overline{8}8),$$
$$\xi_3(8.15.\overline{23}.23),\ \beta_5(2.15.\overline{17}.17)\ \text{ et }\ \beta_6(1.15.\overline{16}.16).$$

» Sur ces mêmes cristaux j'ai d'ailleurs retrouvé H_2 et β de Des Cloizeaux et $\gamma_{\prime\prime}$, β, β_1 et β_2 de vom Rath.

» Indépendamment de ces vingt et une faces nouvelles ou déjà connues, j'ai observé, sur les arêtes inférieures $e^2 s$ ou $e^{\frac{1}{2}} s$ de la zone, un certain

nombre d'autres formes, dont les cinq suivantes nouvelles, savoir ;

$$t_8(86.3.\overline{89}.86),\ t_3(72\bar{9}7),\ T_3(11.6.\overline{17}.11),\ T_2(22.15.\overline{37}.22),$$

$T_0(19.15.\overline{34}.19)$, toutes comprises entre p et s.

» J'ai reconnu, en outre, $t(32\bar{5}3)$ et $T(43\bar{7}4)$ de vom Rath et la face rhombe $s(11\bar{2}1)$. De plus, entre s et e^2, j'ai observé

$$\varepsilon(12\bar{3}1) \quad \text{et} \quad q(3.8.\overline{11}.3)$$

déjà connues.

» Entre $e^{\frac{1}{2}}$ et s je n'ai déterminé que $\sigma_3(5.7.\overline{12}.7)$ de Des Cloizeaux regardée par ce savant lui-même comme très douteuse.

» Aux trente-deux trapézoèdres précédents il faut ajouter encore onze rhomboèdres, dont six directs : $p(10\bar{1}1)$, $e^7(80\bar{8}5)$, celui-ci nouveau; $e^{\frac{21}{5}}(26.0.\overline{26}.11)$ regardé par Des Cloizeaux comme très douteux,

$$e^{\frac{31}{10}}(41.0.\overline{41}.11)$$

également nouveau, $e^3(40\bar{4}1)$ et $e^{\frac{11}{4}}(50\bar{5}1)$, rare;

» Et cinq inverses : $e^{\frac{1}{2}}(01\bar{1}1)$, $e^{\frac{1}{7}}(0.11.\overline{11}.10)$ nouveau, $e^{\frac{19}{20}}(0.39.\overline{39}.21)$, regardé comme très douteux par Des Cloizeaux, $e^{\frac{3}{2}}(05\bar{5}1)$ et $e^{\frac{10}{11}}(0.10.\overline{10}.1)$, également regardé comme très douteux par Des Cloizeaux;

» Enfin le protoprisme $e^2(10\bar{1}0)$.

» En terminant ce résumé très succinct d'une étude que je me propose de poursuivre, je ferai remarquer que les quarante-quatre formes, dont quinze nouvelles, dont je viens de donner la liste, ont été observées sur une trentaine de cristaux seulement. Il est probable qu'une étude ultérieure accroîtra encore ce nombre. Les cristaux de Meylan n'offrent donc pas moins d'intérêt, au point de vue cristallographique, que ceux du comté d'Alexander ou du comté de Burke, que vom Rath estimait les plus remarquables de l'espèce.

Tableau des principales incidences des faces nouvelles.

	Calculées.	Observées.
pH_4	165°39′	165°29′
pH_5	160°22′	160°21′

	Calculées.	Observées.
pH_6	157°.51′	157°.43′
$p\xi_2$	150.37	150.32
$p\xi_3$	149.28	149.45
$p\beta_5$	138.47	138.25
$p\beta_6$	136.23	136.27
pt_8	178.35	178.35
pt'_3	169.16	169. 6
pT_3	161.22	161.15
pT_2	157.51	157.56
pT_0	155.22	155.10
pe^7	168. 1	168.19
$pe^{\frac{31}{10}}$	153.43	154. 2
$e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{4}{7}}$	177.27	177.33

BOTANIQUE. — *De la fécondation directe chez quelques plantes dont les fleurs semblent adaptées à la fécondation croisée.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Chatin.

« Les fleurs des Cistes sont très grandes, d'une belle couleur rose ou blanche. Situées à l'extrémité des branches d'un arbrisseau assez élevé, elles sont visibles d'assez loin; aussi, quiconque aperçoit une colline couverte de Cistes ne peut s'empêcher de penser que ces belles fleurs ont revêtu leur robe éclatante pour attirer les insectes, afin d'assurer l'acte essentiel de la fécondation. Séduit par les apparences, il ne songera peut-être pas à se demander où sont les insectes auxquels la fleur semble faire fête. Or, comme nous l'avons souvent observé dans nos herborisations, il existait, cette année, quelques Cistes en fleurs, dès la fin février. En mars et en avril, leurs corolles embellissaient les collines des environs de Marseilles, et cependant bien peu d'insectes étaient dans les airs. Ceux-ci n'existaient pas encore sous la forme ailée, utile à l'accomplissement de l'acte de la pollinisation. Pour ces fleurs, on le voit, il est difficile d'admettre que la beauté et la grandeur des pétales aient pour résultat d'assurer une fécondation par les insectes. Que plus tard, en mai, il en soit ainsi, la chose est possible; mais nous ferons observer qu'à ce moment-là on peut déjà récolter beaucoup de fruits presque mûrs provenant des fleurs écloses en mars et en avril.

» L'hypothèse d'une fécondation directe se présente donc à l'esprit, et

nous allons voir qu'il existe un dispositif spécial assurant cette fécondation.

» Si nous faisons éclore une fleur de *Cistus albidus* L., à l'abri du vent, on constate que, pendant les quelques heures où la fleur est épanouie, la surface stigmatique demeure blanche, sans aucun grain de pollen. Pourtant les anthères sont ouvertes; mais comme les étamines sont un peu plus courtes que le pistil et que la fleur est dirigée vers le ciel, le pollen semble avoir besoin de l'intervention du vent ou des insectes pour arriver jusqu'aux papilles stigmatiques. Il n'en est rien. *C'est le calice qui est chargé de ce soin.* En effet, au bout de huit à quatorze heures, l'un des trois sépales internes se relève brusquement et l'on voit les deux pétales qui sont insérés en face, se redresser avec rapidité et tomber, à un intervalle de quelques secondes, comme poussés par un ressort. La fleur offre alors, et cela pendant près de dix minutes, deux lèvres : l'une verticale, formée par le sépale redressé, l'autre horizontale formée par les trois pétales restants et les quatre pièces vertes extérieures à la corolle.

» Au bout de ce temps, un second sépale interne, celui que le premier recouvrait à moitié (les trois sépales internes sont en préfloraison imbriquée), se comporte comme lui; il se redresse et le pétale qui lui est opposé tombe brusquement comme les deux premiers. Pendant dix minutes, la fleur présente, à sa lèvre supérieure, deux sépales et, à sa lèvre inférieure, deux pétales et trois pièces vertes. Après ce nouveau temps de repos, le troisième sépale imbriqué se comporte comme les deux précédents et l'on observe la chute des deux derniers pétales, à quelques secondes d'intervalle. La corolle est donc tombée suivant le rythme :

2 pétales, repos de dix minutes, 1 pétale, repos de dix minutes, 2 pétales.

» Les trois sépales reprennent bientôt la disposition qu'ils avaient dans le bouton floral; ils appliquent fortement les étamines contre le pistil, et comme le filet de celle-ci s'est allongé pendant la durée de l'épanouissement de la corolle, les anthères recouvrent le style et le stigmate sur lequel elles répandent leur pollen.

» Si nous examinons une fleur de *Cistus albidus* L. quinze jours après sa fermeture, nous voyons que les trois sépales internes n'ont pas cessé de recouvrir le pistil. Si on les déchire, car on ne peut les enlever autrement, on remarque qu'ils serrent fortement le jeune fruit à demi mûr et de la grosseur d'une petite noisette. La partie supérieure de ce fruit est recouverte d'une coiffe formée par les étamines qui, réunies par les anthères au-dessus du stigmate flétri, ont leurs filets aplatis, accolés les uns avec les

autres, écrasés et moulés contre la surface du fruit. Au bas de celui-ci, on remarque les cicatrices d'insertion des étamines. On ne peut expliquer la situation de ces dernières qu'en admettant que, réunies au moment de la fermeture du calice en une calotte, grâce à la pression des sépales contre le pistil, cette calotte accompagne l'ovaire grossissant et s'élevant. Il en résulte une traction sur les filets et ceux-ci se rompent à leur point d'intersection sur le réceptacle.

» Ainsi : *La fermeture du calice a spécialement pour effet d'assurer la fécondation directe des Cistes.*

» Nous avons observé les mêmes faits sur *C. salvifolius* L. et il est probable que *C. hirsutus* Lam. et *C. villosus* L. se comportent de la même façon, puisque, d'après Ascherson, leurs fruits présentent la même calotte staminale.

» Nous avons étudié, dans un Mémoire spécial [1], d'une façon complète, un certain nombre de faits qui se rattachent à la fécondation directe des Cistes. C'est ainsi que nous avons déterminé les causes de la fermeture du calice et la nature de ce mouvement ; l'Anatomie microscopique, d'autre part, est venue se joindre à la Physiologie, pour nous permettre de distinguer les cinq pièces vertes qui entourent la corolle, en sépales et bractées, etc.

» Nous allons, dans le résumé suivant, donner les conclusions de ces recherches et celles de la Note présente :

» 1° Les Cistes présentent un calice qui tend, grâce à sa structure spéciale, à rester appliqué contre l'ovaire obligé, au moment de l'épanouissement de la fleur, de s'écarter par suite de la turgescence de la base de la corolle ; il se ferme bientôt, mécaniquement, comme une lame élastique qui revient à sa position d'équilibre, aussitôt que cette turgescence diminue ; en ce faisant, il expulse les pétales suivant un rythme particulier.

» 2° Le calice n'est formé que de trois pièces ; les deux folioles vertes externes doivent être considérées avec Willkomm et contrairement à l'opinion de Linné, Lamarck, de Candolle, Spach, Payer, Planchon, Baillon, etc., comme des bractées correspondant aux deux petites bractées qui accompagnent les trois sépales de la plupart des Hélianthèmes. Elles constituent un involucre uniflore comparable à l'involucre de l'*Anemone hepatica*.

» 3° Grâce à la pression que le calice exerce, en se fermant, sur les

---

(1) *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. IX, 1898.

étamines, la fécondation directe est assurée, même dans le cas où une pollinisation étrangère se serait produite pendant le temps relativement court où la fleur est restée épanouie. Aussi, est-il permis de dire que les fleurs chasmogames des Cistes n'obéissent qu'en apparence et pour mémoire à la loi de la dichogamie, et qu'elles deviennent de véritables fleurs cleistogames après la fermeture du calice.

» 4° Ainsi donc : la grandeur, la beauté, la couleur et l'éclat des fleurs ne constituent pas toujours une preuve de l'adaptation des plantes à la pollinisation par les insectes. Cette conclusion vient à l'appui des belles recherches de M. G. Bonnier ([1]) et de l'observation de M. Plateau ([2]) que « ni la forme, ni les couleurs vives des fleurs ne semblent avoir de rôle » attractif important. »

GÉOLOGIE. — *Un plissement remarquable à l'ouest du Massif central de la France.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

« On sait que le bord sud-ouest du Massif central de la France est découpé, comme à l'emporte-pièce, sur une longueur de 250^{km} environ, par un système de failles (failles limites) faisant buter les terrains primaires et secondaires, bassin de l'Aquitaine, contre les roches cristallines. Le Massif central présente donc, sur cette étendue, tous les caractères d'un horst et le bassin de l'Aquitaine celui d'un bassin d'effondrement.

» Comment se comportent, au point de vue tectonique, les terrains primaires et secondaires à l'intérieur de ce bassin? Cette Note a pour but de fournir une première solution à cette question.

» D'une façon générale, les couches sédimentaires, à partir du Massif central, plongent vers le sud-ouest sous une inclinaison assez faible. Mais par suite de plis ou de failles ces couches réapparaissent plusieurs fois à des distances différentes du bord cristallin. Le plus important des plissements que l'on trouve après les failles limites est celui que j'appellerai le *pli de Mareuil* (Dordogne)-*Meyssac* (Corrèze), du nom des deux localités les plus importantes qui se trouvent sur son parcours.

» Ce pli, qui a 140^{km} de long environ, est sensiblement parallèle, sur une grande

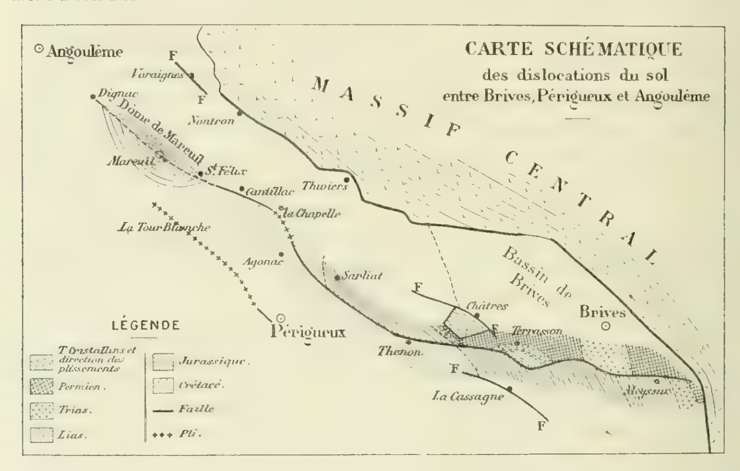
---

([1]) G. Bonnier, *Les Nectaires* (*Ann. des Sc. nat.*, 6e série, t. VIII, p. 49 et 55).

([2]) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXXIV, p. 878; 1897.

partie de son étendue, aux failles limites du Massif central. Il passe à 8^{km} au sud de Brives, à 9^{km} au nord-ouest de Périgueux et je l'ai suivi jusqu'à Dignac, à 14^{km} au sud-est d'Angoulême.

» Le pli de Mareuil-Meyssac s'est résolu en faille sur près de 100^{km}. Cette faille a d'abord été étudiée, avec grands détails, par M. Mouret, entre Meyssac et Sarliat (Dordogne). Mes études montrent qu'elle résulte de la rupture d'un anticlinal parallèlement à son axe.



» La faille débute à quelques kilomètres des failles limites; sa direction fait un angle de 50° avec ces dernières, plus à l'ouest elle tend à prendre une direction parallèle. A partir de ce point, jusqu'à Saint-Front d'Alemps (Dordogne), en passant par Thenon, le Change, les Pyles (Dordogne), ce sont les terrains situés au nord-est de la faille qui sont affaissés par rapport à ceux qui affleurent au sud-ouest. C'est d'abord, d'une façon très générale, le Permien qui bute contre le Trias, l'Infra-Lias, le Lias inférieur et le Lias moyen; puis les différents étages du Lias viennent en contact avec le Bajocien et le Bathonien, et à partir des environs de La Bachellerie, c'est le Bajocien et le Bathonien qui butent contre les divers termes du Crétacé. Près de Sarliat, les étages du Crétacé vont buter les uns contre les autres : le Ligérien contre le Santonien, l'Angoumien contre le Campanien, etc.; en un mot, tous les terrains primaires et secondaires de l'Aquitaine : Houiller, Permien, Trias, Lias, Jurassique, Crétacé sont intéressés par la faille.

» La dénivellation produite par cette cassure atteint 400^{m} au sud de Brives; mais elle diminue de plus en plus vers le nord-ouest et à La Chapelle-Faucher (Dordogne) les deux lèvres de la faille se rejoignent et elle se résout, sur une faible étendue, en un anticlinal; puis, le pli étant trop aigu se rompt de nouveau, et une nouvelle faille réapparaît entre Champagnac-de-Bélair et Cantillac, mais à l'inverse de ce qui avait

lieu primitivement, c'est la lèvre nord de la faille qui est affaissée par rapport à la lèvre sud.

» Près de Saint-Félix-de-Bourdeilles, il se produit un changement d'allure des couches des plus curieux, puisque le pli faille se continue vers Mareuil et Dignac, sur 30^km, en un *dôme allongé* qui rappelle beaucoup, quoique plus petit, le pays de Bray.

» Ce dôme, dont le centre est à la côte, fait réapparaître, là où devrait normalement affleurer le Santonien et le Campanien, non seulement *tous les termes du Crétacé de l'Aquitaine*, mais aussi le Virgulien à *Ammonites orthocera* et *Ostrea virgula* qui constitue le noyau du dôme. Le plongement des couches autour de ce noyau est très différent au nord-est et au sud-ouest. Il est de 5° à 10° en moyenne vers le sud-est; aussi les divers étages du Crétacé s'étalent-ils assez largement; au nord-est, au contraire, le plongement est considérable puisqu'il atteint 80°, ce qui permet *au Virgulien et au Crétacé complet d'affleurer sur* 1^km, alors que ces terrains s'étendent dans le bassin sur une largeur de plus de 50^km.

» L'étude de la dislocation de Mareuil-Meyssac permet de comprendre sa genèse, puisque nous voyons passer une faille à un pli aigu et à un dôme allongé. On peut la concevoir comme un grand pli anticlinal produit par un refoulement venant du sud-ouest. Au sud de Brives, le pli, très rapproché du massif cristallin qui servait de butoir, est devenu trop aigu et s'est converti en une faille ayant amené un rejet considérable (400^m).

» Après Terrasson, le refoulement ayant été moins intense, la dénivellation a été moins grande (50^m à 80^m). A la Chapelle-Faucher l'anticlinal normal réapparaît, puis il se brise de nouveau plus à l'ouest, parallèlement à son axe, mais l'affaissement ainsi produit ne dépasse guère 50^m.

» Vers Mareuil, comme on se rapproche du sud du détroit poitevin et que l'on s'éloigne du Massif central qui constituait un massif résistant pour la formation des plis, le refoulement a été moins marqué et le pli s'est transformé en un dôme allongé avec toutefois un plongement très accentué (80°) des couches sur le flanc nord-ouest de ce dôme.

» On peut conclure de ces faits : que l'effondrement produit par la faille de Meyssac résulte d'un refoulement horizontal, contrairement à ce que l'on pensait. L'affaissement serait dû à la rupture d'un pli trop aigu et non à une simple descente verticale, à un tassement des couches. Les *failles limites du Massif central paraissent avoir la même origine*, car leur direction, ainsi que l'a montré M. Mouret, jalonne celle des couches cristallines. Le bord de ce Massif, dans cette région, ne présenterait donc pas, comme on le conçoit, le caractère des horsts.

» Ainsi les *failles limites, le pli complexe* (faille, anticlinal et dôme) *de Mareuil-Meyssac, les autres plissements et failles étudiés dans la même région* (failles des Châtres, de La Cassagne, de Varaigne, pli de la Tour-Blanche), *d'âge vraisemblablement anteoligocène*, ont la même direction géné-

rale que les plis hercyniens du Massif central. Ces plis et ces failles semblent également correspondre aux plis hercyniens du sud de la Bretagne. »

GÉOLOGIE. — *Sur de nouvelles sources de pétrole au Caucase.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. de Lapparent.

« Une importante découverte géologique a été récemment faite dans le Caucase occidental, aux environs d'Anaclie, bourg qui se trouve près de l'embouchure de l'Ingour dans la mer Noire : on y a trouvé des sources de naphte. La terre qui contient cette huile minérale appartient au prince de Mingrélie, et le droit d'exploitation à un capitaliste de Moscou, M. Mindowsky. Les recherches géologiques qui aboutirent à la découverte étaient menées par MM. Young et Tzouloukidzé, dont le premier est représentant d'une maison de banque française, et l'autre ingénieur des mines russe.

» Le 2/14 mai, ces deux explorateurs ont commencé leurs travaux de terrassement et bientôt ils ont trouvé les couches de sable imbibées de naphte. La surface de l'eau qui se dégageait pendant les travaux fut bientôt couverte de naphte liquide.

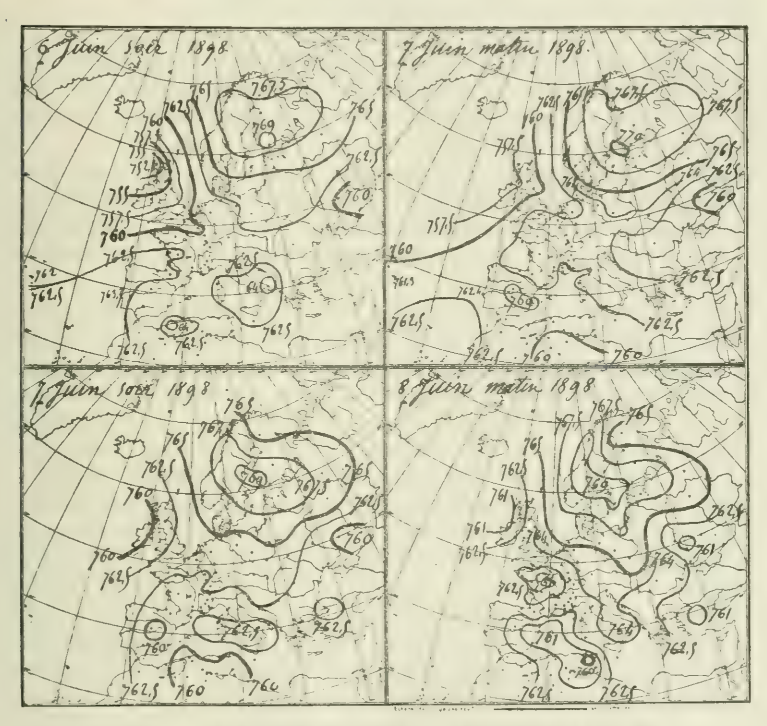
» Selon le rapport des deux explorateurs, il a été décidé de commencer immédiatement le forage du terrain et ensuite l'exploitation du pétrole, comme à Bakou, dont Anaclie deviendra sans retard un concurrent heureux, car c'est un port de la mer Noire et non de la mer Caspienne, séparée de l'Europe par toute la largeur du Caucase (900^{km}). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Situation atmosphérique au moment de l'ascension des ballons sondes. Transition entre la période des cyclones (hiver) et celle des orages (été).* Note de M. **H. Tarry**.

« Des ascensions internationales de ballons-sondes ayant eu lieu en diverses villes d'Europe le 8 juin au matin, il était intéressant d'étudier la situation de l'atmosphère à cette date, en traçant à la surface de notre continent des courbes isobares assez précises et assez rapprochées pour qu'on pût se rendre compte de la disposition et du mouvement des couches que ces ballons devaient rencontrer.

» Les diagrammes ci-dessous donnent le tracé des isobares, de $2^{mm},5$ en $2^{mm},5$, le 8 au matin, et de douze en douze heures depuis le 6 juin.

Bien que ces Cartes aient été établies avec les seules observations publiées dans le *Bulletin international du Bureau central météorologique*, il est facile de voir que l'atmosphère était dans un état de calme inusité.



Commencement de la période des orages, trombes et tornades le 7 juin 1898.

» Il est même à remarquer que le 7 juin, veille de la date choisie pour les ascensions, marque précisément le point de démarcation entre la saison des cyclones, qui a lieu de novembre à mai, et la saison des orages et des trombes, qui caractérise la période d'été, de mai à octobre.

» Dans nos climats tempérés, de même que dans les climats tropicaux ou équatoriaux, on peut distinguer dans l'année deux périodes ayant des caractères absolument tranchés : les cyclones, qui caractérisent la période

d'hiver, étant d'immenses dépressions barométriques de plusieurs milliers de kilomètres de diamètre, parcourant l'Europe d'une extrémité à l'autre, tandis que les orages ne balayent que des surfaces de quelques dizaines de kilomètres de large, s'étendant sur quelques départements seulement, et les trombes n'ont qu'un diamètre de quelques dizaines ou centaines de mètres.

» Selon moi, la période des cyclones est caractérisée par les dépressions barométriques faisant descendre le baromètre *au-dessous de* 750^{mm}, et la première et la dernière de ces dépressions marquent le commencement et la fin de cette période.

» En 1898, la période des cyclones s'est prolongée beaucoup plus tard que d'habitude; le mois de mai a été continuellement bouleversé par les cyclones, et c'est la cause *exclusive* et incontestable des mauvais temps qui ont caractérisé ce mois et de la quantité exceptionnelle de pluie qui est tombée sur nos contrées.

» Le dernier cyclone de la période d'hiver, faisant suite immédiatement au précédent, a attaqué l'Europe en venant de l'océan Atlantique, le 3 juin, le baromètre descendant à $749^{mm},8$ le 3 au soir au nord-ouest de l'Écosse, avec une baisse de $5^{mm},8$ en vingt-quatre heures. Le centre de ce cyclone se trouve le 4 à Stornoway; le 5, il descend sur l'Irlande où le baromètre marque $748^{mm},5$ le soir; le 6 au matin, son centre remonte à Belmullet, ($750^{mm},8$) au nord-ouest de l'Irlande; notre Carte le montre revenu le 6 au soir à Stornoway; enfin la dépression rétrograde sur l'océan Atlantique le 7, et ne reparaît plus. La Carte du 7 juin, avec les courbes isobares ci-dessus, a été remise à M. Hermite, à la Villette, avant l'ascension du 8.

» Depuis le 7 juin, le régime des hautes pressions s'est définitivement installé sur l'Europe, où l'on ne voit plus que de petites dépressions secondaires, éparpillées en plusieurs points et produisant de tous côtés les violents orages, accompagnés de crues subites de rivières, qu'on a observées à l'ouest de notre continent et notamment en France. C'est un de ces orages qui a empêché le *Balaschoff* de s'élever dans les hautes régions; il accompagnait la petite dépression barométrique qui avait précisément son centre à Paris au moment même de l'ascension. Ce sont des particularités de détail dans l'étude des grands mouvements de l'atmosphère, qu'il est impossible de saisir lorsqu'on se borne à tracer de 5^{mm} en 5^{mm} les courbes d'égale pression barométrique; du reste les Cartes météorologiques du *Meteorological Office* de Londres donnent ces courbes de dixième de pouce en dixième de pouce, ce qui correspond à $2^{mm},54$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Enregistrement des décharges électriques atmosphériques.* Note de M. **Ducretet.**

« Je viens d'avoir l'occasion d'enregistrer des décharges atmosphériques au récepteur d'un poste de *télégraphie hertzienne sans fil* installé chez moi. Le mât s'élève au-dessus du sol à une hauteur de 26^m (l'altitude du sol est d'environ 55^m). Ce mât domine les maisons voisines et se voit de très loin. Le fil conducteur, isolé, fixé à l'extrémité de ce mât, a 32^m de longueur; ce collecteur des ondes électriques pénètre dans mon laboratoire et il est relié à une des électrodes du *radioconducteur Branly* du poste récepteur, l'autre électrode est mise à la terre.

» Hier samedi, de $2^h 30^m$ à $3^h 40^m$ de l'après-midi, au moment de l'orage, mon *récepteur automatique* a inscrit 311 *décharges atmosphériques intermittentes,* au fur et à mesure de leur présence sur le *mât collecteur.* Ces décharges étaient enregistrées *avant* l'apparition de l'éclair et le bruit du tonnerre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Ascensions aérostatiques internationales du* 8 *juin.* Note de M. **W. de Fonvielle**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« *A Paris* trois ascensions ont été faites : l'aérophile n° 3, parti à $2^h 30^m$ de l'usine à gaz de la Villette, a été trouvé le matin à Magny (Seine-et-Oise).

» Les instruments étaient intacts, mais les paysans ont, pour nettoyer le cylindre de l'un des enregistreurs, enlevé le noir de fumée sur lequel s'inscrivaient les courbes. Un second cylindre est intact.

» L'aérophile n° 4, parti à $10^h 5^m$, est arrivé à Vernum, en Westphalie, à 4^h du soir.

» Les instruments qu'il portait sont intacts. La hauteur à laquelle il est parvenu est de 15000^m à 16000^m et la température de —64° C.

» Le ballon monté *Balaschoff* est parti à $11^h 5^m$ et est descendu vers 2^h à Verpilliers près de Roye. Il est parvenu à la hauteur de 2300^m.

» *A Bruxelles* le ballon *l'Aurore,* parti le matin du parc Léopold, est descendu près d'Ostende, après avoir atteint une altitude de 3950^m.

» *A Strasbourg* le ballon-sonde est parti à $8^h 30^m$ de l'esplanade de Steinthor, et s'est éloigné dans la direction du nord. Il a été retrouvé près de Saint-Martin, dans la Haute-Autriche, cercle de l'Inn, après s'être élevé à une hauteur de 11^{km}, où il a constaté une température de —50°.

» Le ballon monté est parti à 9^h et est descendu à $12^h 35^m$ à Wittersheim, en Lorraine après s'être élevé à 1600^m, où il a trouvé une température de +12°.

» *A Vienne* le ballon-sonde *Falke,* lancé de l'arsenal, a crevé au départ; le même accident est arrivé à un ballon monté par deux officiers qni n'ont pas été blessés.

» Deux autres ballons montés se sont élevés à 2000^m et à 2500^m.

» Une cinquième ascension d'un ballon monté a eu lieu à l'Exposition. Cet aérostat s'est élevé à 4500^m, obtenant une température minimum de — 8°.

» Les trois ballons partis de Vienne ont commencé par se diriger vers l'ouest, puis ils ont changé de direction et se sont tous dirigés vers l'est où s'est terminé leur voyage.

» *A Berlin* un ballon-sonde a été lancé, ainsi que quatre ballons montés, qui se sont élevés respectivement à 5500^m, 5200^m, 4200^m et 2800^m.

» A 5500^m on a observé une température de —14°. A 4200^m elle était un peu plus basse, —15°. Les deux autres minima ont été respectivement de —8° et de 0°. On n'a pas encore de nouvelles du ballon-sonde.

» *A Saint-Pétersbourg*, suivant les avis de Berlin, un ballon-sonde se serait élevé à 9000^m et un ballon monté à 4500^m. Ce dernier est descendu à 30^{km} de son point de départ après être resté plusieurs heures en l'air.

» *A Munich,* on a lancé deux ballons montés. L'*Academie,* parti à 9^{h}16^m, s'est élevé à 4700^m. L'*Ibis*, parti à 10^{h}6^m, est parvenu à 3750^m. Comme ceux de Vienne, ces deux ballons ont commencé à se diriger vers l'ouest, puis ils ont changé brusquement de direction et ont voyagé vers l'est jusqu'à l'atterrissage. Quoique partis à une heure d'intervalle, les deux ballons ne se sont presque jamais perdus de vue jusqu'à l'atterrissage qui a eu lieu à 1^{h}23^m pour le premier et 2^{h}43^m pour le second.

» On n'attend plus de nouvelles que du ballon monté de Varsovie et du ballon-sonde de Berlin. On ne sait pas encore si Rome a pris part aux opérations aérostatiques de la journée du 8 juin, comme il en avait été question. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résultats sommaires des ascensions de trois ballons-sondes exécutées à Trappes.* Note de M. L. **Teisserenc de Bort**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Trois ballons-sondes, réglés de façon à explorer des régions différentes de l'atmosphère, ont été lancés par nos soins à l'observatoire de Météorologie dynamique, le 8 juin.

» Le premier est parti de Trappes à 3^{h}3^m du matin et s'est élevé à une altitude d'environ 12500^m, où il a trouvé une température de — 60°; emporté par le courant supérieur des cirrus qui venaient du sud-35°-ouest, il est tombé à 160^{km}, près de Saint-Quentin, à 6^{h}43^m.

» Le deuxième a été lancé à 4^{h}55^m, s'est élevé à 9000^m, où la température était de — 42°, pour tomber au nord, dans l'Oise, à 90^{km} de Trappes.

» Le troisième, parti à 7^{h}55^m, est monté à 6800^m, où la température était de —21°, et descendu à Omenville, à 50^{km} au nord-nord-ouest de Trappes, suivant ainsi une trajectoire intermédiaire entre celle du vent inférieur qui soufflait de l'est-sud-est et celle du courant supérieur venant du sud-ouest.

» Les instruments, revenus en parfait état, sont l'objet de nouvelles comparaisons pour contrôler celles qui ont été faites la veille du départ, et les courbes tracées permettront d'établir la marche des températures à diverses hauteurs à trois périodes différentes du jour.

» La présence d'une couche de nuages, à 5^h et à 8^h, n'a pas permis de poursuivre la détermination de la hauteur des ballons par des visées directes simultanées faites de deux stations au delà de 3500^m d'altitude. »

M. **J. Peroche** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Les balancements polaires et les observations astronomiques ».

M. **G. Perry** adresse une Note intitulée : « De la Géométrie à quatre variables en Biologie ».

M. **J.-J. Andeer** adresse une Note intitulée : « Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juin 1898.
(*Suite.*)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. N° 5. Mai 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Notice sur Alexis Jordan, par le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1898; 1 broch. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Juin 1898. Paris, Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Préfecture de la Seine. Direction des Affaires municipales. Tableaux mensuels

de Statistique municipale de la Ville de Paris. Décembre 1897. N° 12. Paris, G. Masson, 1897; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier, Docteur ès Sciences. 30 mai 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1898.

Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques, par M. Ch. Méray, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894-1895-1897-1898; 4 vol. grand in-8°. (Présentés par M. Darboux.)

Le Cantal, par MM. Marcellin Boule et Louis Farges. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Gaudry.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun. Dixième Bulletin. Paris, Doin, 1897; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Les Lapidaires de l'antiquité et du moyen âge, Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et de l'Académie des Sciences, par F. de Mély. Tome II. Premier fascicule. Texte avec la collaboration de M. Ch.-Em. Ruelle. Paris, Ernest Leroux, 1898; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Juin 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schutzenberger. Tours, imp. Deslis frères; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Centenaire de la fondation du Conservatoire des Arts et Métiers. Note de M. LAUSSEDAT.

« Le Conservatoire des Arts et Métiers célébrera, vendredi prochain, le centenaire de sa fondation ou plutôt de son installation dans le prieuré de Saint-Martin-des-Champs.

» Cette fête ne saurait trouver indifférente l'Académie des Sciences qui, à diverses époques, a enrichi le Musée du Conservatoire en lui cédant généreusement ses collections de machines, son cabinet de Physique et une partie notable du laboratoire de Lavoisier.

» Il était de mon devoir d'inviter individuellement les membres de l'Académie et je viens, en ce moment, renouveler cette invitation en insistant sur les motifs qui doivent les engager à y répondre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Actinométrie en ballon-sonde.* Note de M. J. VIOLLE.

« Le grand ballon-sonde de 465^{mc}, lancé, le 8 juin dernier, par la Commission aérostatique française, grâce à la générosité de S. A. S. le Prince de Monaco, emportait, outre les appareils de M. Cailletet et de M. Hermite, l'actinomètre enregistreur que j'ai décrit dans ma Communication du 2 novembre 1897.

» Cet actinomètre a parfaitement fonctionné; il a fourni un tracé continu très net, sur lequel se voient tous les événements de l'ascension : départ par temps sombre, traversée de nuages, arrivée en moins de trois quarts d'heure au niveau le plus élevé où le ballon plane horizontalement pendant près d'une heure, abaissement très lent durant plusieurs heures, suivi d'une descente rapide qui ramène le ballon au sol après un séjour de huit heures dans l'atmosphère.

» Pendant tout le planement, la boule noire de l'actinomètre s'est maintenue à la température constante de -12°, supérieure d'environ 50° à celle de l'air ambiant.

» Quand l'état stationnaire de la boule est atteint, la quantité de chaleur perdue par refroidissement est égale à la quantité de chaleur reçue du Soleil. On a donc, en appelant

M la masse en eau de la boule noire,
v la vitesse du refroidissement,
q la quantité de chaleur absorbée pendant l'unité de temps par l'unité de surface,
s la section droite du faisceau des rayons incidents, l'équation

$$Mv = qs,$$

d'où l'on tirera q, si l'on connaît M, s et v.

» M et s sont des constantes instrumentales que le physicien peut mesurer exactement au laboratoire et dont il peut modifier la grandeur de façon à satisfaire à toutes les exigences du problème; v est la vitesse de refroidissement *dans les conditions actuelles*, mesurable pendant l'ascension même.

» L'ascension du 8 juin a fourni des résultats intéressants, qui ne s'accordent pas entièrement avec les idées en cours. Elle prouve que l'actinométrie tirera des sondages de l'atmosphère les avantages que nous en avions espérés pour une connaissance meilleure du rayonnement solaire et de l'absorption atmosphérique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'étude de la haute atmosphère*, par M. L. CAILLETET.

« Le 8 juin dernier la Commission d'Aérostation de Paris, conformément à la décision prise par le Congrès international réuni récemment à Strasbourg, a procédé à l'ascension du ballon monté *Le Balaschoff* et, en outre, au lancement de deux ballons-sondes.

» S. A. S. le prince de Monaco avait bien voulu prendre à sa charge tous les frais relatifs à l'ascension de ces deux aérophiles, confiés aux soins de MM. Hermite et Besançon. L'un de ces aérophiles, d'un volume de 465^{mc}, parti des usines à gaz de La Villette à $10^h 5^m$, est tombé vers 4^h du soir en Allemagne dans le voisinage de la frontière hollandaise, après un parcours d'environ 420^{km}; tous les appareils scientifiques emportés par ce ballon sont revenus en bon état.

» L'appareil photographique automatique, que j'ai eu l'honneur de présenter déjà à l'Académie, était fixé au-dessous du ballon et son mouvement d'horlogerie réglé de façon à obtenir des épreuves de quatre minutes et demie en quatre minutes et demie.

» L'aérophile s'est élevé avec une grande vitesse et a disparu, après quelques instants, dans l'épaisse couche de nuages qui cachaient le ciel, et peu de temps après son départ la pluie est tombée. Dans de telles conditions, il était impossible d'obtenir des épreuves du sol au-dessus duquel passait le ballon. La partie supérieure des nuages, vivement éclairée par le Soleil, a fortement impressionné la pellicule de celluloïd sensible, qui, malgré un temps de pose très court, paraît presque uniformément noire, de telle sorte que l'image du baromètre, qui doit se reproduire sur la face opposée de la pellicule photographique, a été ainsi très affaiblie. Il est facile de lire cependant les indications fournies par l'excellent baromètre holostérique construit spécialement pour ces recherches par MM. Pertuis et fils.

» Après développement, la bande de celluloïd a fourni 23 épreuves de 13 × 18.

Numéros des épreuves.	Temps écoulé depuis le départ.	Pressions en millimètres de mercure.
	m	mm
N° 1	»	»
2	4,5	615
3	9	479
4	13,5	368
5	18,5	316
6	22,5	218
7	27	168
8	31,5	148
9	36	
10	40,5	
11	45	
12	49,5	
13	54	118
14	58,5	
15	63	
16	67,5	
17	72	
18	76,5	120
19	81	»
20	85,5	»
21	90	»
22	94,5	»
23	99	128

» Les épreuves ayant été prises de quatre minutes et demie en quatre minutes et demie, on voit qu'après trente-six minutes l'aérophile a atteint la pression de 118^{mm}, qui correspond à la hauteur de 13700^{m}, la température ambiante étant de $-65°$; on voit en outre, et cette remarque est importante, que l'aérophile, arrivé à son élévation maxima, s'est déplacé horizontalement, pendant plus de quarante minutes, dans un milieu où la pression était de 118^{mm}.

» L'appareil destiné à recueillir l'air à grande hauteur, et que j'ai eu également l'honneur de faire connaître à l'Académie, n'avait pu, à raison de son poids (environ 10^{kg}), être emporté par l'aérophile. On s'est contenté de le fixer à la nacelle du *Balaschoff*. Mais la hauteur de 2300^{m}, qui n'a pu être dépassée, a permis seulement de constater que cet appareil a

bien fonctionné. Une modification, que j'ai apportée à son dispositif, empêche tout contact entre le gaz recueilli et les matières grasses employées pour lubrifier les pièces du mécanisme.

» Un tube, destiné à fixer les microrganismes de la haute atmosphère, avait été préparé à l'Institut Pasteur, sous la direction de notre éminent confrère M. Duclaux; ce tube, qui est joint à l'appareil de prise d'air, a également bien fonctionné à la hauteur insuffisante atteinte par le *Balaschoff*.

» J'ai donc tout lieu d'espérer que, dans une prochaine ascension d'un ballon-sonde, l'ensemble de ce dispositif pourra donner d'intéressants résultats. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la température d'ébullition de l'ozone liquide.* Note de M. L. **Troost**.

« MM. P. Hautefeuille et J. Chappuis ont, les premiers, obtenu, en 1882, l'ozone à l'état de liquide bleu indigo foncé ([1]).

» Les expériences relatives à la détermination de la température d'ébullition de ce liquide ont été exécutées en 1887 par M. Olszewski. Cet habile expérimentateur, après avoir liquéfié l'ozone dans un tube refroidi à $-184°,4$ par l'oxygène liquide en ébullition sous la pression atmosphérique, a constaté ([2]) que l'ozone ne se vaporisait que très lentement lorsqu'on portait le tube dans l'éthylène liquide refroidi à $-140°$, mais qu'il se vaporisait très rapidement quand la température de l'éthylène se rapprochait beaucoup de son point d'ébullition. Il en a conclu que la température d'ébullition de l'ozone liquide devait être voisine de $-106°$. Je me suis proposé de fixer cette température avec plus de précision.

» Pour cette détermination, j'ai employé comme appareil thermométrique, un couple fer-constantan fournissant une courbe donnée par la température de la glace fondante, par les points d'ébullition du chlorure de méthyle, seul ou traversé par un rapide courant d'air, par la température du mélange d'acide carbonique solide et de chlorure de méthyle ([3]), par le

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1249; 1882.

([2]) *Vien. Monatshefte für Chemie*, t. VIII, p. 69; 1887.

([3]) Les températures étaient données, dans ces deux cas, à l'aide d'un thermomètre gradué d'après les indications du thermomètre à hydrogène.

point d'ébullition du protoxyde d'azote, par celui de l'éthylène liquide, par la température de fusion de l'éthylène solide, et par le point d'ébullition de l'oxygène liquide sous la pression atmosphérique. On pouvait, à l'aide de cet appareil, apprécier les températures à moins d'un demi-degré près.

» L'ozone était obtenu à l'aide de l'ozoniseur de M. Berthelot maintenu aux environs de -79° par un mélange d'acide carbonique solide et de chlorure de méthyle. La liquéfaction se produisait dans un tube vertical dont la partie inférieure était immergée dans un bain d'oxygène liquide, contenu dans un récipient cylindrique en verre à double paroi, avec espace intermédiaire dans lequel on avait fait le vide de Crookes, comme le recommande M. J. Dewar.

» L'ozone se liquéfiait avant d'arriver dans la partie du tube immergée dans le bain d'oxygène liquide et en un point situé à peu près à 2^{cm} au-dessus du niveau de ce bain, grâce à la basse température qu'y entretenait l'*oxygène gazeux*.

» L'ozone liquéfié se rassemblait en gouttelettes d'apparence huileuse, ne mouillant pas le verre et descendait dans le bas du tube au fond duquel on avait placé d'avance ([1]) l'une des soudures du couple fer-constantan, l'autre soudure étant maintenue dans la glace fondante. Pour déterminer ensuite la température d'ébullition de l'ozone liquéfié, on abaissait le bain d'oxygène liquide, de manière que sa surface libre soit à plus de 3^{cm} au-dessous de l'extrémité inférieure du tube où l'ozone était réuni, et l'on notait les déviations successives indiquées par le galvanomètre Deprez-d'Arsonval. La déviation, après avoir diminué lentement, demeurait fixe pendant la durée de l'ébullition de l'ozone liquide, puis diminuait de nouveau et très rapidement jusqu'à ce que la soudure du couple ait atteint la température de l'oxygène gazeux en ce point.

» La déviation stationnaire reportée sur la courbe correspond à une température de -119°. J'ai répété plusieurs fois l'expérience sur des quantités différentes de liquide et j'ai toujours obtenu le même résultat ([2]). On en peut conclure que la température d'ébullition de l'ozone liquide sous la pression atmosphérique est -119°.

([1]) Une expérience dans laquelle on descendait l'une des soudures du couple (déjà refroidie par l'oxygène gazeux) dans l'ozone préalablement liquéfié et maintenu à $-184^{\circ},4$ a été interrompue par une violente explosion.

([2]) J'ai été très habilement secondé dans ces expériences par un de mes anciens élèves, M. Lamotte, agrégé-préparateur à la Sorbonne.

» L'oxygène liquide employé dans ces expériences était obtenu à l'aide d'un appareil construit d'après les indications de M. J. Dewar, et qui, utilisant l'oxygène comprimé, tel qu'on le trouve dans le commerce à Paris, en détermine la détente après l'avoir refroidi par son passage dans un très long serpentin maintenu à — 79°. On peut, de cette façon, obtenir dans un laboratoire ou dans un amphithéâtre, sans pompe de compression et sans force motrice, environ un quart de litre d'oxygène liquide en moins d'une demi-heure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du calcium cristallisé.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Bien que le calcium soit très répandu dans la nature, il a été impossible jusqu'ici de l'obtenir pur et en notable quantité. Les différents procédés de préparation n'ont permis d'en recueillir que de très petits échantillons, et ses principales propriétés sont loin d'être connues.

» Depuis les recherches de Matthiessen, on le regarde comme un métal jaune; nous établirons plus loin qu'il possède la couleur de l'argent. D'après les différents expérimentateurs qui se sont occupés de cette question, sa densité oscille entre 1,55 et 1,8. Enfin nous ajouterons que dans les quelques Mémoires qui traitent du calcium, les auteurs n'ont fourni aucune analyse du métal obtenu. Ces différents points peuvent fixer l'état de la question.

» Historique. — *Expériences d'Humphry Davy.* — La mémorable expérience d'Humphry Davy, sur la décomposition des terres alcalino-terreuses par le courant électrique, établit l'existence, dans la chaux, d'un corps simple métallique. On sait qu'Humphry Davy, par la décomposition de la chaux, en présence du mercure, ou par la décomposition d'un mélange de chaux humide et d'oxyde de mercure, obtint un amalgame de calcium qui décomposait l'eau avec rapidité en régénérant de la chaux hydratée. Le métal préparé par Humphry Davy était blanc.

» *Procédé Matthiessen.* — En appliquant les idées de Bunsen ([1]), Matthiessen ([2]) réussit à électrolyser un mélange à molécules égales de chlorure de calcium et de chlorure de strontium; il obtint dans ces con-

([1]) Bunsen, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXXXII, p. 137.
([2]) Matthiessen, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XCIII, p. 277; 1855.

ditions de petits globules métalliques de couleur jaune. Cette expérience peut se répéter avec facilité, mais elle ne donne que des rendements très faibles ; nous l'avons reprise dans les conditions indiquées par Matthiessen et même en augmentant le volume de l'appareil et l'intensité du courant, les rendements sont toujours des plus faibles. Le métal possède bien, en effet, une couleur jaune plus ou moins foncée rappelant la couleur de l'alliage des cloches.

» *Procédé Liès-Bodart et Jobin.* — En 1858, MM. Liès-Bodart et Jobin [1] indiquèrent un procédé chimique pour obtenir le calcium. Ils faisaient réagir le sodium sur l'iodure de calcium en fusion dans un creuset de fer fermé par un couvercle à vis. Nous avons répété cette dernière expérience, dont les résultats sont très variables tant au point de vue du rendement que de la pureté du produit obtenu.

» En général, en employant 300^{gr} d'iodure anhydre, on isole quelques globules métalliques apparents dont l'ensemble pèse de 6^{gr} à 8^{gr}. Une certaine partie du calcium se trouve divisée dans la masse en globules si petits qu'il est impossible de les séparer. De plus, dans quelques préparations, ainsi que MM. Liès-Bodart et Jobin l'ont indiqué, on trouve, à côté les uns des autres, des globules de sodium ne renfermant point de calcium, et d'autres globules de couleur jaune plus ou moins riches en calcium. Si l'on fait l'analyse des parties métalliques riches en calcium, on trouve qu'elles fournissent une teneur variable de ce dernier métal. Nous avons obtenu, dans les globules les plus riches, les chiffres suivants :

Ca pour 100	83,00	88,30	88,70	93,20

» La température a une influence très grande sur le rendement [2]. Si la réaction se fait seulement au rouge sombre, la quantité de sodium contenue dans les globules métalliques varie de 10 à 20 pour 100, et le rendement est plus fort. Au contraire, lorsque la température est plus élevée et qu'elle atteint le rouge vif, on obtient un métal d'une teneur plus élevée en calcium, mais le rendement est beaucoup plus faible.

» Enfin, lorsque la préparation de Liès-Bodart et Jobin est trop chauffée,

---

(1) Liès-Bodart et Jobin, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 363.

(2) Nous avons répété dix fois cette expérience de MM. Liès-Bodart et Jobin. Dans une opération où nous avions distillé la plus grande partie du sodium employé, sans qu'il y ait eu de rentrée d'azote, nous avons obtenu un culot métallique de 12^{gr}, renfermant 88 pour 100 de calcium.

on ne recueille plus de calcium; il se produit une réaction nouvelle sur laquelle nous reviendrons plus tard.

» *Procédé Sonstadt.* — Sonstadt (¹) a appliqué la réaction de Liès-Bodart et Jobin en faisant réagir le sodium sur un mélange de chlorure de calcium et d'iodure de potassium. Dans cette expérience, on trouve, à la surface du culot de sels, une masse métallique, bien fondue, unie, que l'on détache avec facilité. Ce métal est cassant, à texture cristalline, pyrophorique le plus souvent, et il contient une notable quantité de métaux alcalins, sodium et potassium. Nous avons répété quatre fois cette préparation, et la teneur en calcium du métal ainsi préparé n'a jamais dépassé 20 pour 100.

» *Procédé Caron.* — Caron (²) a préparé le calcium en réduisant le chlorure de calcium par du sodium, en présence de zinc métallique. Il se forme un alliage de zinc et de calcium qui, chauffé dans un creuset de charbon, laisse du calcium qui possède la teinte jaune du laiton.

» *Procédé Winckler.* — M. Winckler (³) a étudié tout d'abord la réduction de la chaux par le magnésium dans un courant de gaz hydrogène; il n'a pas séparé le calcium obtenu de la magnésie. Dans un deuxième Mémoire (⁴), il a déduit la formation, dans les conditions précédentes, d'un hydrure de formule CaH, d'après la composition complexe du mélange qui restait dans la nacelle; il n'a isolé aucun produit.

» En résumé, les difficultés que l'on rencontre dans ces différentes préparations et qui ont empêché d'obtenir le calcium à l'état de pureté sont les suivantes :

» 1° La séparation du calcium n'a pu se faire par distillation de son amalgame. Le résidu obtenu est toujours impur.

» 2° Dans l'électrolyse par voie sèche des mélanges de sels de calcium et de sels alcalins, c'est d'abord le métal alcalin qui est mis en liberté et qui réagit ensuite plus ou moins pendant l'électrolyse.

» 3° Dans la réduction par le sodium, il se produit toujours un mélange de sodium et de calcium, parce que ce dernier, à cause de ses propriétés réductrices, intervient à son tour sur le mélange de sels en présence. Il se

---

(¹) Edward Sonstadt, *Proceedings of the literary and philosophical Society of Manchester*; 1864, p. 243.

(²) Caron, *Comptes rendus*, t. L, p. 547.

(³) Winckler, *D. chem. G.*, t. XXIII, p. 44 et 120.

(⁴) Winckler, *D. chem. G.*, t. XXIV, p. 1966.

forme un équilibre variable d'après la température et la présence des corps en réaction.

» 4° Enfin, quelle que soit la méthode employée, il est impossible de distiller le mercure ou l'excès de métal alcalin dans un courant d'hydrogène ou d'azote. Avec l'hydrogène, le calcium produit rapidement, ainsi que nous le verrons plus tard, un hydrure blanc parfaitement défini de formule CaH^2, et avec l'azote il fournit de suite un azoture cristallisé. L'hydrogène et l'azote doivent être absolument écartés dans toute préparation du calcium.

» *Préparation du calcium cristallisé.* — Cette préparation peut se faire par deux procédés différents :

» 1° Pour obtenir le calcium à l'état de pureté, nous avons utilisé la propriété, inconnue jusqu'ici, que possède ce métal de se dissoudre dans le sodium liquide maintenu à la température du rouge sombre. Par refroidissement, le calcium cristallise au milieu du sodium, et, en traitant la masse métallique par l'alcool absolu, il reste des cristaux blancs, brillants, de forme hexagonale, de calcium pur ([1]).

» Voici comment nous opérons. Dans un creuset de fer, d'une contenance de 1^{lit}, on place 600^{gr} d'iodure de calcium anhydre et cristallisé en présence de 240^{gr} de sodium. La proportion de métal alcalin est trois fois supérieure à celle qu'exigerait la réaction

$$CaI^2 + Na^2 = Ca + 2NaI.$$

» L'iodure de calcium anhydre et cristallisé a été grossièrement concassé, puis mélangé au sodium, coupé en morceaux de la grosseur d'une noix; le creuset est fermé par un couvercle à vis, puis maintenu pendant une heure environ à la température du rouge sombre. Il est utile, de temps en temps, d'agiter le creuset par un léger mouvement de rotation, au moyen d'une pince métallique.

» Au début de l'opération, une petite quantité de vapeur de sodium s'échappe entre le couvercle et le creuset, mais comme la partie supérieure est moins chauffée que le fond, lorsque le premier dégagement de chaleur dû à la réaction est terminé, il se condense un peu de sodium liquide dans le pas de vis et la fermeture devient complète.

([1]) Le calcium soluble dans le sodium liquide au rouge sombre est à peu près insoluble dans ce métal à son point de solidification.

» Après refroidissement, le creuset est ouvert, il contient une couche de sel fondu de couleur bleue, surmontée par un gâteau métallique de sodium.

» Pour séparer le calcium, on place, dans un ballon de 1^{lit}, refroidi par de la glace fondante, 500^{cc} environ d'alcool absolument anhydre. On projette dans ce liquide le sodium retiré du creuset par fragments de 1^{cc} environ. Lorsque tout dégagement d'hydrogène a cessé, on décante la partie liquide que l'on remplace par la même quantité d'alcool absolu [1].

» On continue ce lavage jusqu'à ce que l'alcool ne fournisse plus de résidu fixe par son évaporation. La poudre brillante restant au fond du ballon est traitée par de l'éther anhydre (maintenu au préalable sur du sodium), puis placée dans un tube de verre et séchée à la température ordinaire par un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène bien sec. L'échantillon doit être enfermé de suite dans un tube scellé.

» Il faut, pendant toutes ces opérations, éviter avec le plus grand soin l'action de l'humidité et le contact de l'air. Cette poudre cristalline très divisée s'oxyde avec la plus grande facilité.

» Le rendement a été d'environ 50 pour 100 du poids théorique de calcium mis en expérience. Nous avons obtenu dans ces premières préparations à peu près 40^{gr} de calcium dans chacune de nos opérations.

» 2° On peut encore obtenir le calcium soit en cristaux semblables aux précédents, soit en petits globules fondus, par l'électrolyse au rouge sombre de l'iodure de calcium en fusion. Ce sel conduit très bien le courant. L'électrode négative est en nickel pur et l'électrode positive, constituée par un cylindre de graphite, est placée dans l'axe d'un vase poreux. La température est maintenue par le courant aux environs du point de fusion de l'iodure de calcium, ce qui permet le départ rapide de la vapeur d'iode. Dans ces conditions, l'on obtient un métal blanc fondu ou cristallisé. Nous poursuivons l'étude de cette électrolyse.

» *Analyse.* — Pour doser le calcium dans le métal préparé par le premier procédé, on en prend un poids déterminé que l'on décompose avec précaution par l'eau; l'hydrate de chaux est dissous par quelques gouttes d'acide azotique; le liquide est exactement neutralisé par l'ammoniaque, et le calcium est précipité sous forme d'oxalate.

---

(1) L'alcool a été d'abord privé d'air par l'ébullition dans le vide à froid, puis saturé de gaz hydrogène pur et sec.

» Du poids de chaux vive, obtenu après filtration et calcination, on déduit le calcium. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

Calcium pour 100...... 98,9 99,1 99,2

ZOOLOGIE. — *Note sur la classification des Tuniciers;* par M. **Edmond Perrier**.

« Les naturalistes qui se sont occupés de la classification des Tuniciers et de leurs relations avec d'autres groupes zoologiques ont, en général, considéré comme les formes initiales de cet embranchement du règne animal les formes pélagiques, en raison de la simplicité relative de leur appareil branchial; les uns ont choisi pour type ancestral les Salpes, les autres les Appendiculaires. L'application logique et rigoureuse de la *loi de patrogonie* (répétition de la phylogénie par l'ontogénie) conduit à de tout autres conclusions. La parenté généalogique des Vertébrés et des Tuniciers doit être aujourd'hui tenue pour démontrée par leur embryogénie. Cette parenté ne peut être interprétée que de trois façons : 1° les Vertébrés et les Tuniciers descendent directement d'un ancêtre commun; 2° les Vertébrés descendent des Tuniciers; 3° les Tuniciers descendent des Vertébrés. Dans la première hypothèse, l'ancêtre commun ayant pour descendants, d'une part des formes métaméridées telles que les Vertébrés, d'autre part, des formes qui ne le sont pas, telles que les Tuniciers, devait être lui-même métaméridé; on doit admettre, en effet, que la métaméridation est non pas un phénomène de perfectionnement organique pouvant indifféremment se produire ou non, mais le mécanisme même de la formation des organismes bilatéraux, supérieurs au stade rotifère.

» Les Tuniciers, quoique dépourvus de métamérides, présentant, durant leur période embryonnaire et larvaire, des caractères qu'ils partagent avec les seuls Vertébrés, on est amené à conclure que leur métaméridation n'a été perdue qu'après qu'ils ont acquis ces caractères, ce qui revient à dire que l'ancêtre commun aux Tuniciers et aux Vertébrés présentait déjà tous les traits essentiels des plus inférieurs de ces derniers. D'autre part, la métaméridation étant un mécanisme de formation des organismes, il n'y a aucune difficulté à comprendre qu'un organisme métaméridé perde sa métaméridation, mais on ne peut imaginer comment un organisme non métaméridé, tel qu'une Appendiculaire ou un Salpe, pourrait, autrement

qu'en se répétant lui-même, produire un organisme métaméridé. Les Vertébrés n'étant à aucun point de vue équivalents à une chaîne de Salpes ou d'Appendiculaires, ne sauraient descendre de ces animaux, et il ne reste qu'une troisième hypothèse, celle qu'ils sont les progéniteurs des Tuniciers. Si l'on admet, en effet, que des organismes comparables à l'*Amphioxus* se soient, à un certain moment, fixés par l'extrémité antérieure de leur corps, ce changement dans leur genre de vie suffit à expliquer l'apparition de tous les caractères qui distinguent les Tuniciers : concentration des organes dans la région antérieure du corps, déterminant la formation d'une queue ; résorption de la queue ; dégradation des organes des sens, du système nerveux et de l'appareil musculaire, et même développement exagéré de la branchie ; enfin modifications d'attitude propres à transporter les orifices afférents et efférents le plus loin possible du plan de fixation. Ce dernier résultat peut être obtenu de deux façons : soit par l'allongement de la région prébuccale, comme cela a lieu chez les Anatifes parmi les Cirripèdes, chez les Crinoïdes parmi les Échinodermes, ou bien par une rotation de l'animal autour d'un axe parallèle au plan de fixation. On comprend que ces deux procédés aient pu être employés dans les formes primitives des Tuniciers et que leur emploi simultané dans une famille soit pour elle une indication d'ancienneté; or cela n'a lieu que dans la famille des Cynthiidæ, où les Boltieninæ, pourvues d'un long pédoncule prébuccal, n'éprouvent pas de métamorphose rotatoire, tandis que les Cynthiinæ demeurent sessiles comme toutes les autres Ascidies.

» Si les Cynthiidæ sont réellement les Tuniciers qui ont subi le moins de modifications depuis que ce type a été réalisé par la fixation d'une forme ancestrale analogue à l'*Amphioxus*, elles doivent se rapprocher plus que les autres du mode d'organisation du Vertébré ancestral. Chez elles, en effet, il n'y a pas de reproduction par bourgeonnement; la branchie est plissée, mais moyennement développée ; les muscles de parois du corps forment deux assises, l'une de muscles transversaux, l'autre de muscles longitudinaux ; le ganglion nerveux est encore allongé longitudinalement et les organes génitaux développés sur les parois du corps présentent encore quelquefois une apparence de métaméridation ; le développement présente les caractères essentiels d'un développement patrogonique et, notamment, la métamorphose rotatoire n'a lieu qu'après la fixation. Les plis de la branchie, la disposition des organes génitaux, celle de l'intestin, persistent avec quelques modifications secondaires ou accidentelles dans les familles des Molgulidæ, des Styelidæ et des Botryllidæ, qui consti-

tuent ainsi un premier groupe auquel on peut donner, en raison de la position pariétale des organes génitaux, le nom de Pleurogona.

» Dans ce groupe une partie des Styelidæ et les Botryllidæ produisent seules des bourgeons le plus souvent péribranchiaux (*Goodsiria*, Botryllidæ).

» Dans les familles des Ascidiidæ, Cionidæ, Distomidæ, Clavellinidæ, les branchies sont, au contraire, dépourvues de plis, et l'appareil musculaire devient plus ou moins irrégulier. Les glandes génitales manquaient parfois dans le groupe précédent sur une des moitiés du corps; cette disposition se généralise ici, et la production des éléments génitaux se localise en outre au voisinage de l'anse digestive ou dans l'espace circonscrit par cette anse, qui elle-même peut cesser de demeurer prise dans la paroi du corps pour passer au-dessous de la branchie, entraînant avec elle les glandes génitales (Cionidæ, Distomidæ, Clavellinidæ).

» Des formes bourgeonnantes se trouvent dans toutes ces familles; le bourgeonnement est toujours épicardique et ne se manifeste qu'après la fixation des larves dont le développement presque patrogonique chez les *Clavellina* devient tachygonique chez la plupart des autres genres. On peut former, avec les quatre familles qui présentent ces caractères, un groupe de Hemigona ou Enterogona.

» Enfin chez les Polyclinidæ et les Didemnidæ, le bourgeonnement constant et très précoce entraîne, par sa précocité même, l'arrêt du développement des Ascidiozoïdes dont la branchie demeure sans plis et sans méridiens principaux, et finalement ne porte plus que quatre (*Diplosomoïdes*, *Leptoclinum*, *Diplosoma*) ou même trois (*Didemnum*) rangées de trémas, nombre qui se réalise également d'emblée chez les jeunes Polyclinidæ, mais augmente par la suite; le sac branchial se développe directement dans la larve à 90° de la position normale qu'il présente chez les Cynthiidæ, le développement est si rapide que des bourgeons complètement développés peuvent exister déjà dans les larves. Ici les glandes génitales forment un post-abdomen au delà de l'intestin (Polyclinidæ) ou, si elles reviennent à son niveau (Didemnidæ), témoignent par la longueur de leur canal déférent, qu'elles ont eu, à un certain moment, une position analogue à celles qu'elles présentent chez les Polyclinidæ. Ces deux familles d'Ascidies sont, non pas des Ascidies à organisation simple, mais des Ascidies très *simplifiées*, par la précocité de leur bourgeonnement comme en témoignent la complication de celui-ci et la grande accélération de leur développement. Le principe universellement admis

de la patrogonie ne permet pas d'ailleurs d'autre conclusion. Nous réunirons les Polyclinidæ et les Didemnidæ dans un groupe de Hypogona.

» Les formes pélagiques des Pyrosomidæ, des Doliolidæ et des Salpidæ présentent des phénomènes de bourgeonnement qui ne diffèrent en rien d'essentiel du mode de bourgeonnement des Hemigona et des Polyclinidæ. Elles dérivent manifestement soit des Distomidæ, soit des Polyclinidæ; leur développement est profondément modifié par des phénomènes d'accélération (*tachygénèse*) et d'adaptation embryonnaire (*armozogénèse*), dus à leur genre très spécial d'existence dont leur organisation a également subi l'influence. L'idée de faire des Salpes des formes primitives a été d'ailleurs abandonnée par Brooks lui-même qui en avait été le principal défenseur. Toutes ces formes peuvent être mises dans une classe des Thalies comprenant les trois ordres des Lucies (Pyrosomidæ), des Doliolacés (Doliolidæ) et des Thaliacés (Salpidæ).

» On ne peut voir davantage dans les Appendiculaires des formes primitives. L'absence de toute métaméridation dans la région antérieure de leur corps contrastant avec les caractères vertébroïdes qu'elles ont encore conservés indique clairement ici un type profondément modifié, ce qui ressort encore de la division de leur corps en un tronc et une queue, de la localisation de tous les viscères dans le tronc, de la courbure en anse du tube digestif qui suppose une phase antérieure de fixation, de la réflexion de la queue en avant et de sa rotation autour de l'axe longitudinal qui rappellent ce qu'on voit chez les larves d'Ascidies avant leur éclosion.

» Tous ces caractères rapprochent à la vérité les Appendiculaires des larves d'Ascidies; ce sont bien réellement des larves d'Ascidies fixées dans cette forme, arrêtées dans cet état sans doute à la fois par l'effet de la tachygénèse qui a supprimé la phase de fixation et du développement précoce et exagéré les éléments génitaux; à ce titre le nom de Larvacea leur convient parfaitement. Mais les larves d'Ascidies elles-mêmes ne sont que très imparfaitement patrogoniques; elles ont été déjà modifiées par la tachygénèse et représentent non pas l'ancêtre vertébroïde des Tuniciers, mais une forme intermédiaire déjà modifiée par la réflexion, pour ainsi dire, sur un embryon tachygénétique d'une partie des caractères qui sont résultés de la fixation au sol durant une longue suite de générations et qui sont ceux que nous venons d'énumérer chez les Appendiculaires.

» En appliquant dans toutes ses conséquences aux Tuniciers l'idée que ce sont des formes régressives, on arrive donc à les grouper facilement dans un ordre rationnel et à mettre nettement en relief la cause déter-

minante de chacune des ramifications de l'arbre généalogique que la classification proposée ici représente dans ses traits essentiels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveaux gaz de l'air atmosphérique.* Note de MM. **Ramsay** et **Travers**.

M. **Moissan** communique à l'Académie la lettre suivante qu'il vient de recevoir de M. *Ramsay :*

« Outre le krypton, il existe encore, en très petite quantité, deux nouveaux gaz dans l'argon retiré de l'air. Pour les isoler, nous nous sommes servi d'un peu plus de 18^{lit} d'argon, ce qui nous a demandé tout notre hiver pour le préparer dans un grand état de pureté. La première fraction paraît être le gaz dont j'ai signalé l'existence dans ma conférence de Toronto. Il n'est pas encore absolument pur, mais il ne fournit plus les lignes de l'argon que d'une façon très affaiblie. Le tube qui le contient quand il est illuminé par le courant est le plus beau que j'aie jamais vu ; il possède une lumière d'un rouge orangé que nous n'avons jamais obtenue dans nos autres tubes. Le spectre est formé d'un grand nombre de raies très fortes dans le rouge orangé et le jaune et de quelques lignes dans le violet foncé. Si l'on interpose une bouteille de Leyde, on voit apparaître des lignes lumineuses dans le vert et le bleu, tandis que plusieurs des lignes rouges s'éteignent. Nous avons nommé ce gaz *néon* (nouveau).

» En fractionnant notre argon liquide, nous avons recueilli un échantillon vers le milieu de l'opération lorsque 10 centimètres cubes environ avaient déjà disparu. Nous allons l'envoyer à Lord Rayleigh afin qu'il puisse en déterminer la densité avec ses appareils qui sont plus sensibles que les nôtres.

» Enfin, lorsque la distillation de notre argon liquide se terminait, il nous est resté un corps solide qui se volatilise très lentement de telle sorte qu'il est facile de l'obtenir dans un grand état de pureté.

» D'après cette propriété, il a été facile de séparer une certaine quantité de ce nouveau gaz. Sa densité est 19,87, celle de l'argon étant 19,94. Son spectre diffère absolument de celui de l'argon. Parmi les lignes nombreuses qu'il fournit, il en est une verte qui occupe une position non encore reconnue et une jaune qui ne coïncide ni avec celle de l'hélium ni avec celle du krypton. Sa longueur d'onde est 5849,6, celle du krypton étant 5866,5 et celle de l'hélium 5875,9. On peut la nommer D5. Nous

proposons pour ce nouveau gaz le nom de *métargon*. Le *néon* et le *métargon* sont tous deux monoatomiques, c'est-à-dire que le rapport entre leurs chaleurs spécifiques est de 1 à 1,66.

» Voilà tout ce que nous avons fait jusqu'ici. Nous devons vous expliquer aussi pourquoi nous n'avons pas mentionné le krypton dans le fractionnement de l'argon liquide.

» En voici la raison. Nous avons mis de côté les parties qui entrent en ébullition à une pression plus élevée que le métargon, mais nous n'avons pas eu jusqu'ici le temps de les examiner. Quant au krypton contenu dans l'air liquide, il faut filtrer l'air, si l'on ne veut pas contaminer le krypton, au moyen du métargon. Ce dernier est un corps solide à la température d'ébullition, tandis que le krypton reste liquide à cette température. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur les Rubiacées de la flore de Madagascar.* Note de M. EMM. DRAKE DEL CASTILLO.

« Parmi les familles de plantes qui composent la flore de Madagascar, celle des Rubiacées est une des prédominantes; ce groupe compte, dans cette île, environ 250 espèces connues; c'est environ le vingtième du chiffre auquel on peut estimer dès à présent ce que l'on possède de la flore malgache. Il n'est peut-être pas sans intérêt de présenter quelques observations sur les affinités que, dans la famille nommée plus haut, la flore de Madagascar offre avec celle des régions voisines, notamment de la portion sud-ouest intertropicale du continent africain, et peut-être de contrées plus éloignées, telles que la région indo-malaise.

» La partie du continent africain à laquelle on peut comparer l'île de Madagascar, sous le rapport hygrométrique et thermométrique, c'est-à-dire celle où l'humidité et la chaleur sont, dans les diverses saisons, distribuées d'une manière analogue à celle que l'on a observée dans une notable partie de Madagascar, est une bande de terrain assez étroite s'étendant en longueur depuis un point rapproché de l'équateur jusqu'un peu au-dessous du tropique du Capricorne, et en largeur jusqu'aux premiers contreforts du pays des grands lacs.

» Malheureusement les collections botaniques venant tant de la grande île africaine que de la région ci-dessus désignée sont encore trop incom-

plètes pour que l'on puisse tirer de leur étude comparative des conclusions absolues. Voici en quelques mots la statistique des Rubiacées malgaches et africaines (¹). Pour le motif que je viens de dire, je m'abstiendrai de donner des chiffres précis qui pourraient devenir faux dans un avenir peu éloigné.

» Les 250 Rubiacées malgaches appartiennent à 44 genres. Le continent africain sud-ouest tropical en comprendrait un peu plus, réparties entre 40 genres à peine. Dans les deux régions réunies, on compterait à peine 50 genres et un peu moins de 500 espèces; 11 genres, formant un ensemble d'une douzaine d'espèces, sont propres à Madagascar; 1 genre avec une vingtaine d'espèces est commun à Madagascar et aux îles Mascareignes; un autre genre avec deux couples d'espèces lui est commun avec le Cap; 3 genres avec 5 espèces sont particuliers à l'Afrique tropicale austro-orientale; 6 genres exclusivement africains sont communs aux deux régions et comprennent une vingtaine d'espèces insulaires et environ 25 continentales; plus de 20 genres non exclusivement africains sont communs aux deux régions avec moins de 200 espèces insulaires et un peu plus de 200 espèces continentales. En résumé, parmi les genres exclusivement africains, il y en a moins de 20 à Madagascar avec un ensemble de plus de 50 espèces, et une dizaine avec une quarantaine d'espèces sur le continent africain sud-ouest tropical. On voit donc qu'il y a en faveur de Madagascar un excédent d'une dizaine d'espèces parmi les genres exclusivement africains, tandis que, parmi les genres non exclusivement africains, il n'y a qu'un faible excédent en faveur du continent; et si l'on observe que les genres herbacés, comme les *Spermacoce* et les *Oldenlandia*, apportent un fort contingent à la flore continentale, si même l'on retranche des deux flores l'élément herbacé pour ne considérer que l'élément ligneux, on trouvera plus de Rubiacées connues jusqu'ici à Madagascar que dans l'Afrique tropicale sud-ouest. Cette différence provient du plus grand nombre de genres spéciaux à Madagascar, qui comprennent presque tous des végétaux ligneux, et de la présence dans cette île de deux genres riches en espèces : l'un, le *Gærtnera*, qui s'étend jusqu'en Asie et en Océanie en ne comptant guère que deux représentants sur le continent africain; l'autre, le *Danais*, qui est propre aux îles de l'Afrique orientale et presque entièrement malgache. On verra plus bas les affinités de ces deux genres; celles des autres peuvent donner lieu à quelques remarques intéressantes.

(¹) Voir Engler, *Die Pflanzenwelt Ost-Afrikas*.

» Parmi les genres spéciaux à Madagascar il en est un qui a été signalé depuis longtemps déjà : le *Pleurocoffea*. Ainsi que son nom l'indique, ce genre est voisin des *Coffea* et se distingue des autres genres du groupe par l'obliquité de sa corolle; mais ce qui le rapproche non seulement des *Coffea*, mais encore de beaucoup de genres africains, c'est la présence d'un calycule, ou sorte de petit involucre formé par un ou deux rangs de bractées unies au-dessous de l'ovaire. Cette disposition se rencontre dans les *Cremaspora*, genre africain, insulaire et continental, chez les *Hypobathrum* africains des sections *Kraussia*, *Tricalysia* et *Nescidia*, et chez les *Fernelia* des îles Mascareignes. A côté des *Hypobathrum*, il faut citer les *Flagenium*, voisins des *Burchellia* de l'Afrique australe, les *Chapeliera*, spéciaux à Madagascar, et puisque des *Hypobathrum*, on peut trouver, par les *Genipa* et les *Ixora*, un passage des Génipées aux Ixorées, il est intéressant de signaler ici l'affinité des *Ixora* et des *Genipa* malgaches avec ceux du continent africain. On trouve cependant, dans le groupe des Génipées, des affinités toutes différentes : c'est ainsi que les *Canephora* de Madagascar sont voisins des *Scyphostachys* de Ceylan, et cette relation avec les formes asiatiques nous conduit au groupe des *Gœrtnera* et genres voisins.

» Placés par beaucoup de botanistes dans la famille des Loganiacées, les *Gœrtnera*, après le démembrement de cette famille, ont été transportés dans celle des Rubiacées. Ils comptent un peu plus de 20 espèces à Madagascar, une dizaine dans les îles Mascareignes, et environ autant dans la région asiatico-malaise; jusqu'à présent, on ne leur connaît guère que deux représentants sur le continent africain.

» Les *Uragoga* de la section *Chasalia*, qui servent de transition entre ce genre et le précédent, se partagent presque exclusivement les îles Mascareignes, l'Asie et l'Océanie tropicales; on n'en connaît que deux espèces sur le continent africain : une dans la région du Niger, l'autre à Zanzibar.

» Les *Mephitidia*, type amoindri des *Uragoga*, sont représentés par trois espèces à Madagascar, et s'étendent peu en Afrique. Enfin le genre monotype *Hymenocnemis*, voisin des *Gœrtnera*, est spécial à Madagascar. Voilà donc une remarquable affinité entre la flore des îles africaines et la flore asiatico-malaise. On la retrouve dans la tribu des *Cinchonées*, qui peut se diviser en deux sous-tribus : les *Eucinchonées* et les *Nauclées*. Les premières, dont les quatre cinquièmes sont originaires du nouveau monde, comptent une vingtaine d'espèces, appartenant à 9 genres, dans la région asiatico-malaise, et une demi-douzaine d'espèces, partagées entre 3 genres dans tout le continent africain, tandis qu'une trentaine d'espèces, appartenant

à 3 genres, peuplent les îles de l'Afrique orientale; ces 3 genres sont : l'*Hymenodyction* qui compte 2 espèces à Madagascar; le *Schismatoclada*, particulier à Madagascar, avec 4 espèces; et le *Danais* dont on connaît plus de 20 espèces, toutes spéciales aux îles de l'Afrique orientale, mais presque toutes à Madagascar. Les *Nauclées* comptent plus de 100 espèces; environ 90 appartiennent à la région asiatico-malaise; 7 se rencontrent sur le continent africain, tandis qu'on en connaît plus d'une douzaine à Madagascar; le continent africain ne possède aucun genre qui lui soit propre; à Madagascar, au contraire, on connaît un genre monotype, le *Paracephælis*, et 10 espèces forment une section (*Breonia*) si bien caractérisée du genre *Sarcocephalus* qu'elle a pu être considérée comme un genre distinct.

» Il y a peu d'affinités à chercher dans la famille des *Rubiacées* entre la flore malgache et celle du Cap; on ne citerait guère qu'un *Pentanisia*, deux *Alberta*, quelques *Otrophora* et *Anthospermum*, et un genre monotype, le *Gomphocalyx*.

» En résumé, on reconnaît à Madagascar, dans la famille des *Rubiacées*, trois types : l'africain tropical, l'asiatique et l'africain austral. Le premier est peut-être un peu plus accentué que le second; le troisième l'est beaucoup moins que les autres. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Sur la demande de M. Marey, M. **Marcel Deprez** est adjoint à la Commission chargée d'examiner les appareils de M. Ader.

M. **Ch. Durr** adresse divers Mémoires relatifs à des questions de Médecine.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Œuvres mathématiques de *Riemann* », traduites par *L. Laugel* avec une préface de M. *Hermite* et un discours de M. *Félix Klein*. (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Comète découverte à l'observatoire de Nice*, par M. **Giacobini**. Télégramme de M. Perrotin, communiqué par M. Bischoffsheim.

Comète découverte par M. Giacobini le 18 juin 1898.

Position du 19 juin à $12^h 40^m 33^s$, temps moyen de Nice; ascension droite : $20^h 26^m 4^s$; distance polaire : $111^\circ 27' 5''$.

Comète assez faible, noyau allongé, mouvement ouest presque parallèle à l'écliptique, et de 3° par jour.

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète Perrine* (1898, *juin* 14). Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

T = 1898, août 2,807, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 130^\circ.12',3 \\ \Omega &= 249.33,7 \\ i &= 73.\ 2,8 \\ \log q &= 9,3668 \end{aligned}\right\} \text{équinoxe moyen de 1898, 0.}$$

Ces éléments ont été calculés à l'aide de mes observations des 16, 17 et 18 juin. Ils laissent subsister, dans une observation faite le 19 juin par M. Bigourdan, les écarts suivants, dans le sens (obs. — calcul) $= \left\{\begin{aligned} \cos\delta\,\Delta\alpha &= -0',5, \\ \Delta\delta &= -0',2. \end{aligned}\right.$

Ces écarts, assez considérables, montrent que les éléments ci-dessus sont encore très incertains; cela s'explique par le peu d'intervalle embrassé par les observations, étant donnée la marche lente de la comète.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington, de la comète Perrine* (14 *juin* 1898) *et de la comète Giacobini, faites à l'observatoire de Toulouse à l'équatorial Brunner de* 0^m,25 *d'ouverture*. Note de M. F. **Rossard**, présentée par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles de compar.	Grandeurs.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons
			Comète Coddington.		
Juin 15.......	*a* 10893 CD	7.1	$-0^m.20^s,94$	−13.17.6	18:20
» 18.......	*b* 12299 CD	8.6	−0.37,62	−12.50.7	18:20
			Comète Perrine.		
» 18.......	*c* 761 BD	8.9	−0.18.83	− 6.46.1	16:20
			Comète Giacobini.		
» 19.......	*d* 5752 BD	8.3	−1.10.75	−13.12.0	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			Comète Coddington.			
Juin 15.	*a*	h m s 16.11.58,01	s +4,24	° ′ ″ −27.47.23,3	″ −13,6	⅓ (Yarnall, 6848 + Argentin, 22077 + Stone, 8858).
» 18.	*b*	16. 1.16,15	+4,26	−29.11.50,5	−14,9	Washington z. 94. N° 14.
			Comète Perrine.			
» 18.	*c*	3.51. 0,10	+1,47	+57.41.37,9	+ 1,7	Helsingfors Gotha, n° 3293.
			Comète Giacobini.			
» 19.	*d*	20.27.30,91	+3,95	−21.14.38,3	+11,9	⅓ (Yarnall, 9146 + Washington z. 180. N° 37 + Cincinnatti, 3428).

Positions apparentes des comètes.

Dates 1898.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		Comète Coddington.			
Juin 15....	h m s 10. 5.15	h m s 16.12.23,19	$\bar{2},799_n$	° ′ ″ −27.34.19,3	0,921
» 18....	9.28.32	16. 1.58,03	$\bar{2},982_n$	−29.25. 5,1	0,924
		Comète Perrine.			
» 18....	11.40.42	3.50.42,74	$\bar{1},527_n$	+57.48.25,7	0,912
		Comète Giacobini.			
» 19....	12.53.30	20.26.24,11	$\bar{1},289_n$	−21.27.38,4	0,890

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles comètes Coddington* (1898, *juin* 11) *et Giacobini* (1898, *juin* 18), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**, communiquées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	☄ − ★. ΔR.	☄ − ★. ΔD.	Nombre de comparaisons.
			Comète Coddington.		
Juin 14.....	*a*	8,2	m s 0.40,88	′ ″ −2.15,2	12:12
15.....	*b*	9,5	0.19,36	2.42,2	8: 8
16.....	*c*	9,9	+0.26,29	−6.28,9	8: 8
17.....	*d*	9,3	0.27,66	−0.16,8	12:12

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	☾ — ★. AR.	☾ — ★. ΔD.	Nombre de comparaisons.
			Comète Giacobini.		
19...	e	9.2	−0. 3,97	2.11,8	4: 4
19...	e	9.2	0. 8,29	−2.21,1	2: 2
19...	e	9.2	0.10.18	−2.23,9	4: 4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898.0	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898.0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 14.	*a* 11292 Cord. D.M. −26	16.15. 2,23	−4,23	−26.59.14,4	−13,2	Cord. Z 16h (962).
15.	*b* 10900 Cord. D.M. −27	16.12.34,7	−4,24	−27.32. 9	−13,5	Cord. D-M.
16.	*c* 11994 Cord. D.M. −28	16. 8.20,34	−4,24	−28. 5.48,8	−14,2	Rapp. à α.
17.	*d* 11957 Cord. D.M. −28	16. 5.45,99	+4,26	−28.48.47,6	−14,4	Rapp. à β.
19.	*e* 5743 BD −21°	20.26. 5,15	+3,96	−21.26. 4,9	+11,8	Rapp. à γ.
19.	α 11962 Cord. D.M. −28	16. 5.57,86	»	−28. 9. 6,6	»	Cord.-Cat. (21948).
19.	β 11961 Cord. D.M. −28	16. 5.57,46	»	−28.44.11,4	»	12476 Arg.-Œ₂-Weiss.
19.	γ 5729 BD −21°	20.23. 4,47		−21.14.22,7	»	Cord.-Cat. (28074).

Avec l'équatorial on a obtenu

	ΔR.	ΔD.	Comparaisons.
	m s	′ ″	
★ *c* − ★ α	−2.22,48	− 3.17,7	5.4
★ *d* − ★ β	−0.11,47	4.36,2	4.4
★ *e* − ★ γ	−3. 0,68	−11.42,2	3.2

Positions apparentes des comètes.

Dates. 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		Comète Coddington.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 14....	10.25.52	16.15.47,34	$\bar{2},510_n$	−26.57.12,4	0,932
15....	10.25.21	16.12.19,6	$\bar{2},287_n$	−27.35. 5	0,933
16....	10.30.50	16. 8.50,87	$\bar{3},727$	−28.12.31,9	0,935
17....	10.14.27	16. 5.22,59	$\bar{2},081_n$	−28.49.18,8	0,936
		Comète Giacobini.			
19....	13.36.31	20.26. 5,14	$\bar{1},008_n$	−21.28. 4,9	0,916
19....	13.45.12	20.26. 0,82	$\bar{2},936_n$	−21.28.14,2	0,917
19....	13.49.20	20.25.58,93	$\bar{2},897_n$	−21.28.17,0	0,921

Remarques : *Comète Coddington,* 1898 juin 14. — La comète, qui est très basse,

s'aperçoit à peu près comme une nébuleuse de la classe I (grandeur 12 env.). Elle est arrondie, et la nébulosité a une étendue de 50″ à peu près. Vers le centre se trouve une condensation granuleuse d'environ 15″ d'étendue et qui ressort légèrement. Ciel assez beau.

1898 juin 15. — Dans le grand chercheur (110^{mm} d'ouverture), la comète s'aperçoit à peu près avec la même facilité qu'une étoile voisine qui est de 10e grandeur.

1898 juin 17. — La comète se voit aujourd'hui mieux que dans les soirées précédentes, mais le ciel est plus pur. Dans le grand chercheur elle s'aperçoit à peu près avec la même facilité qu'une étoile de grandeur 9. Dans la lunette, c'est une nébulosité arrondie, d'environ 45″ de diamètre, plus brillante au centre, avec condensation demi-stellaire qui ressort bien.

Comète Giacobini. — Comète très faible (grandeur 13,2 environ), arrondie, 30″ environ de diamètre, avec condensation centrale granuleuse de 15″ d'étendue et qui ressort assez bien.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine (1898, juin 14), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par MM. G. Bigourdan et G. Fayet. Communiquées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	☾ − ✶ ΔR.	☾ − ✶ ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
			m s			
Juin 16.......	*a*	9,3	+0.39,76	−5.33,4	8:8	G.F.
17.......	*b*	9,5	−0.28,12	−6.18,2	8:8	G.B.
17.......	*b*	9,5	0.20,85	−6.37,9	8:8	G.F.
18.......	*c*	8,7	−0. 2,25	−6. 2,5	8:8	Id.
19.......	*d*	10	−0.11,58	−7. 0,0	8:8	G.B.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 16.	*a* 649 BD + 58	3.38. 3,96	+1,40	+58.10.24,9	+1,7	Rapportée à α
17.	*b* 751 BD + 57	3.45.13,83	+1,43	+58. 8.58,1	+1,7	Rapportée à β
18.	*c* 761 BD + 57	3.51. 0,10	−1,47	−57.41.37,9	−1,7	A.G. Hels.-Gotha, 3293
19.	*d* Anonyme	3.57.13,02	−1,51	+58.24.53,5	+1,6	Rapportée à γ
	α 638 BD + 58	3.33.47,99	»	+58.25. 8,4	»	A.G. Hels.-Gotha, 3151
	β 672 BD + 58	3.50. 5,46	»	+58.19.28,5	»	A.G. Hels.-Gotha, 3289
	γ 769 BD + 57	3.55.10,22	»	+57.25.42,6	»	A.G. Hels.-Gotha, 3336

Avec l'équatorial, on a obtenu

	ΔR.	ΔD.	Comparaisons
★ a — ★ α........	+4.15,97	−14.43,5	6.4
★ b — ★ β........	−4.51,63	−10.30,4	6.4
★ d — ★ γ........	−2. 2,80	— 0.49,1	6.8

Positions apparentes de la comète.

Dates 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juin 16..	13.10.10	3.38.45,12	$\bar{1},741_n$	+58.16. 0,0	0,832
17..	12.39.35	3.44.47,14	$\bar{1},674_n$	+58. 2.41,6	0,864
17..	13. 8.59	3.44.54,41	$\bar{1},733_n$	+58. 2.21,9	0,837
18..	12.55.37	3.50.59,32	$\bar{1},701_n$	+57.47.42,1	0,856
19..	12.44.10	3.57. 2,95	$\bar{1},669_n$	+57.31.55,1	0,869

» *Remarques.* — 1898, juin 17 (G. B.). La comète est une tache nébuleuse, très diffuse, arrondie, de 1′ à 1′,5 de diamètre, dont l'éclat est comparable à celui d'une nébuleuse de la classe II (12,5-13). La partie centrale, qui est diffuse, assez granuleuse, ressort faiblement.

» Juin 19. Comète très diffuse, très faible (gr. 13,2 environ). Mesures assez incertaines. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington (11 juin 1898), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par M. L. Picart.

Comète Coddington (11 juin 1898).

Dates 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 15......	1	15.52.26,01	−6.14,57	— 5. 0,82	L. Picart
16......	2	15. 7. 8,78	+2.56,60	+ 1.46,80	L. Picart
17......	3	15.11.36,58	−1.54,23	− 0.29,81	L. Picart

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s		
1...	Cordoba, Catalogue général nº 21949	16.6.1,20	+4,22	117.39.40,4	+14,11
2...	Id.	16.6.1,20	+4,24	117.39.40,4	+14,21
3...	Id.	16.6.1,20	−4,27	117.39.40,4	+14,21

Positions apparentes de la comète Coddington.

Date 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 15	10.15.34,93	16.12.19,99	$-\bar{2},793$	117.34.53,7	0,926
» 16.......	9.26.29,20	16. 8.58,70	$-\bar{1},170$	118.11. 7,7	−0,923
» 17.......	9.27. 0,44	16. 5.28,52	$-\bar{1},049$	118.48.25,0	0,927

» La comète est faible, mais elle a un noyau assez net, et la nébulosité est disposée en éventail. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Application des franges d'interférence, à grandes différences de marche, à l'étude des micromètres.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Le dispositif employé dans mon Travail est le suivant :

» Un petit miroir plan est installé sur le chariot du micromètre, normalement à l'axe de la vis, de façon que cet axe prolongé vienne passer par le centre du miroir. En regard est fixée, sur le corps du micromètre, une lentille dont la face tournée du côté du miroir a une très faible courbure. Le miroir est argenté à fond, la lentille demi-argentée. Lorsqu'on éclaire ce système avec de la lumière monochromatique émanant d'une petite ouverture située dans le plan focal antérieur de la lentille, il se produit des anneaux de Newton dans la lame comprise entre les deux surfaces réfléchissantes; on les aperçoit en plaçant l'œil dans l'image réfléchie de l'ouverture.

» La visibilité des anneaux, au centre, est $\dfrac{\sin \dfrac{\pi e}{\lambda}\dfrac{R^2}{f^2}}{\dfrac{\pi e}{\lambda}\dfrac{R^2}{f^2}}$ lorsque l'ouverture éclairée est un demi-cercle centré sur la perpendiculaire au miroir menée par le centre optique de la lentille (R rayon de l'ouverture, e plus courte distance des surfaces réfléchissantes, f foyer de la lentille, λ longueur d'onde de la lumière employée). En prenant $\dfrac{R}{f}$ assez petit, on peut donner à e des valeurs assez grandes sans que ce rapport cesse d'être voisin de 1; les anneaux restent donc parfaitement nets si la lumière employée est (dans mes recherches $R = 0^{mm},5$, $f = 330^{mm}$) assez simple.

» L'étude de la vis micrométrique, de dix en dix parties du tambour divisé, par exemple, comprend plusieurs opérations.

» 1° Les surfaces réfléchissantes étant éclairées avec la radiation rouge du cadmium (λ644) fournie par un tube à vide (¹), on compte le nombre d'anneaux qui naissent ou s'évanouissent lorsque l'on fait avancer le chariot d'une quantité correspondant à une rotation du tambour divisé de quelques parties. On en déduit une valeur approchée n du nombre de franges rouges contenues dans dix parties de la vis.

» 2° On place le tambour divisé successivement à $0^t,0$, puis à $0^t,10$; à $0^t,0$, puis à $0^t,20$; à $0^t,0$, puis à $0^t,30$, etc.; à $0^t,0$, puis à $p^t,0$; à $0^t,0$, puis à $p^t,1$; etc., et à chaque position du tambour on mesure, avec un compensateur approprié, la phase au centre des anneaux pour la radiation rouge et pour trois autres radiations du cadmium, de longueurs d'ondes λ', λ'', λ''', susceptibles de fournir des franges à grandes différences de marche (²). On en déduit, pour les quatre radiations considérées, les parties fractionnaires des nombres de franges contenues dans les intervalles $0^t,0$ à $0^t,10$, $0^t,0$ à $0^t,20$, etc.

» La méthode des excédents fractionnaires, qui a joué un rôle si important dans les mémorables recherches de M. Michelson sur la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses, permet ensuite de trouver les nombres entiers de franges rouges contenues dans ces intervalles.

» Il ne sera pas inutile d'expliquer brièvement comment elle s'applique à l'exemple qui nous occupe.

» Appelons N le nombre entier inconnu de franges rouges contenues dans l'intervalle $0^t,0$ à $0^t,10$, f l'excédent fractionnaire mesuré pour cette radiation, et f', f'', f''' les excédents fractionnaires correspondant aux trois autres radiations. La valeur de l'intervalle considéré, exprimé en franges de longueur d'onde λ, étant $N + f$, ses va-

(¹) C'est à propos du présent Travail que j'ai été amené à imaginer la lampe à cadmium, décrite dans les *Comptes rendus* (5 avril 1897 et 17 janvier 1898).

(²) Pour ne pas donner au rapport $\frac{R}{f}$ une trop faible valeur, ce qui serait au détriment de l'éclat des anneaux, il convient d'étudier la vis par fractions ne dépassant pas 20^{mm}. Dans ces conditions, les radiations du cadmium (*Comptes rendus*, 17 janvier 1898; p. 231), λ632, λ538, λ534, λ515, λ468, λ466 peuvent être utilisées. Les radiations λ508 et λ480 ont l'avantage d'être très intenses, mais elles sont complexes et les anneaux changent d'aspect et se séparent en plusieurs systèmes dès que l'écartement des surfaces réfléchissantes atteint quelques millimètres (phénomène dû aux réflexions multiples, analogue à celui qui a été décrit récemment par MM. Fabry et Perot, dans le cas des anneaux transmis); il en résulte de grandes difficultés pour mesurer les excédents fractionnaires.

leurs, exprimées en franges des trois autres radiations, sont

$$(1) \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda'}, \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda''}, \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda'''}.$$

» Le nombre cherché N doit donc être tel que les parties fractionnaires de ces trois produits soient respectivement f', f'', f''' à de petites erreurs d'observation près. On l'obtient en calculant les produits (1), en substituant à N le nombre n, fourni par la première opération, et les entiers voisins jusqu'à ce que l'on trouve un nombre qui produise l'accord voulu entre les parties fractionnaires calculées et les parties fractionnaires observées. La valeur de l'intervalle 0^t,0 à 0^t,10 connu, on en déduit une valeur approchée du nombre de franges rouges contenues dans l'intervalle 0^t,0 à 0^t,20 et l'on procède comme précédemment, pour en déterminer la valeur exacte et ainsi de suite.

» Les nombres obtenus demandent quelques corrections dont l'une notamment provient de ce que la coulisse du chariot micrométrique n'est pas absolument droite. Cette correction est facile à déterminer d'après le déplacement du centre des anneaux.

» La valeur moyenne du tour de vis, exprimée en franges rouges, s'obtient en partant du plus grand intervalle mesuré. En calculant les autres intervalles en fonction de ce tour de vis moyen et comparant aux nombres trouvés directement, on obtient les corrections de la vis qu'il est facile d'exprimer en secondes d'arc, connaissant la longueur focale de la lunette à laquelle le micromètre appartient.

» L'application de la méthode au micromètre d'un instrument de l'Observatoire (foyer 1^m,10), construit sous la direction de Brunner, a montré que les corrections de la vis varient suivant le mode d'entraînement du tambour divisé (variations montant à sept franges, soit 0",5). Il faut, pour que les corrections soient bien définies, que l'action exercée sur la tête de vis se réduise rigoureusement à un couple d'axe parallèle à celui de la vis. Dans ces conditions, les nombres obtenus sont constants si l'on prend soin, au préalable, de déplacer plusieurs fois le chariot d'un bout à l'autre de sa course pour lubrifier également toutes les parties de la vis. Le moindre effort sur la tête de vis suffit pour altérer les résultats; aussi a-t-il été nécessaire de faire tourner le tambour divisé, non pas à la main, mais par l'intermédiaire d'une pièce auxiliaire transformant en un couple l'action exercée par l'observateur.

» Les lectures faites en faisant tourner le tambour dans les deux sens présentent une différence systématique d'une demi-frange, bien que le micromètre soit muni de ressorts antagonistes très forts. Cette différence

n'affecte les observations qu'à cause de la faible longueur focale de la lunette. »

GEOMETRIE. — *Le groupe d'équivalence et ses bases cinématiques.* Note de M. Jules Andrade.

« 1. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (août 1897), j'ai indiqué comment la notion de systèmes de vecteurs équivalents engendrait d'une manière presque intuitive les propriétés métriques, dans les trois géométries d'Euclide, de Riemann et de Lobatchewsky. Quant à l'existence même du groupe d'équivalence, je m'étais contenté d'affirmer son évidente corrélation avec le théorème d'Euler sur les rotations finies. Je voudrais aujourd'hui revenir sur cette corrélation fondamentale qui est à mes yeux le point de passage entre *la* géométrie *qualitative* et *les* trois géométries *quantitatives*, et essayer de la réduire à ses éléments les plus simples.

» 2. A cet effet, j'envisage, *dans un ordre déterminé*, plusieurs vecteurs D_1, D_2, ..., D_n, issus d'un même point O; je désigne par t une variable quelconque variant toujours dans le même sens; le premier vecteur définira une rotation continue et uniforme dont la vitesse à l'égard de t sera constante; imaginons qu'un espace S_1, tournant autour de D_1 par rapport à l'espace S_0, entraîne avec lui un système invariable de vecteurs coïncidant à l'époque t avec les vecteurs D_1, D_2, ..., D_n, puisqu'un nouvel espace S_2 tourne uniformement, par rapport à S_1, autour du vecteur qui a quitté D_2, entraînant avec lui les vecteurs de S_2 qui coïncidaient avec D_3, D_4, ..., D_n à l'époque t, etc. ; les vitesses constantes de ces rotations successives sont supposées proportionnelles aux grandeurs des vecteurs D_1, D_2, ..., D_n; un tel mouvement est bien défini; nous le nommerons mouvement *composé* des rotations successives D_1, D_2, ..., D_n envisagées à l'époque t dans l'espace S_0 et dans l'ordre où on les énonce. Je préciserai la notion de la continuité d'un mouvement composé par les postulats suivants :

» *Premier postulat.* — La *vitesse* d'un point M, entraîné avec le dernier système invariable, à partir de la position M_0 que ce point M occupait dans l'espace S_0 à l'époque t, *est déterminée* dans ce mouvement, et sa grandeur varie d'une manière continue quand on se déplace dans le voisinage du point M.

» *Deuxième postulat.* — La distribution des vitesses des différents points

d'un solide invariable, entraîné avec le dernier espace S_n, ne dépend que des vitesses de trois points *donnés* du solide *non situés en ligne droite*, et, en particulier, si ces trois vitesses sont nulles, les vitesses de tous les autres points du solide sont nulles aussi.

» *Troisième postulat.* — Dans une rotation uniforme, si l'on envisage l'ensemble des points M' *voisins* d'un point M et leurs mouvements entre les époques t et $t + \Delta t$, les vitesses moyennes de tous ces points tendront *uniformément* vers les vitesses à l'époque t, lorsque Δt tend vers zéro.

» On peut alors énoncer le théorème suivant :

» Théorème. — *Au point de vue de la distribution des vitesses à l'époque t, le mouvement composé peut se résoudre en une seule rotation résultante, celle-ci demeure la même pour tous les mouvements composés au moyen des mêmes vecteurs et alors même que l'on change l'ordre de ceux-ci.*

» La démonstration rigoureuse de cette proposition est assez délicate; il suffit ici de dire qu'elle repose sur les postulats qui précèdent et sur le lemme suivant, qui appartient à la Géométrie qualitative :

» *Si dans un polygone sphérique on considère un ensemble spécial et infini de points, cet ensemble admettra* au moins un point limite *situé dans le polygone ou sur son contour.*

» Ce lemme, les trois postulats et la construction d'Euler sur les rotations finies suffisent ainsi pour établir l'existence d'un *mode de composition* des vecteurs concourants, mode *invariant, continu, commutatif, associatif* et réductible à l'addition algébrique des segments dans le cas particulier où les droites qui les portent coïncident.

» De plus, comme l'effet d'une rotation est essentiellement indépendant de la situation du vecteur qui la représente, du moins tant que ce vecteur ne fait que glisser sur la droite qui le porte, l'existence du groupe d'équivalence résulte alors nécessairement du groupe de composition. L'étude du groupe d'équivalence constitue la Statique de Poinsot généralisée, qui devient ainsi la base de la Géométrie quantitative.

» Seulement, tandis que le groupe de composition des vecteurs concourants ne comporte qu'une seule traduction analytique, savoir : les fonctions circulaires et la trigonométrie sphérique, le groupe d'équivalence admet trois traductions analytiques qui correspondent aux trois géométries de Lobatchewsky, d'Euclide et de Riemann. J'ajoute que l'étude synthétique des trois modes d'existence de systèmes de vecteurs équivalents peut, elle aussi, conduire de la manière la plus simple aux nombres e et π et aux propriétés de la fonction exponentielle.

» 3. Cette genèse si simple des propriétés métriques a encore une conséquence intéressante que je tiens à signaler ici : elle réduit la notion de l'équivalence des étendues à la notion de longueurs pour certaines catégories de courbes, en sorte que l'équivalence métrique se trouve ainsi dépendre tout naturellement de l'équivalence vectorielle ou statique. »

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre.* Note de M. L. Lecornu, présentée par M. Maurice Lévy.

« Je me suis proposé d'étudier, dans un cas assez étendu, les conditions de stabilité de l'équilibre d'un point matériel sollicité par des forces sans potentiel. J'admets que les projections, sur trois axes rectangulaires, de la force appliquée soient des fonctions linéaires et homogènes des coordonnées : au voisinage d'une position d'équilibre, les projections de la force sont généralement réductibles à des expressions de cette nature, au moins à titre de première approximation. Cela étant, il faut et il suffit, pour la stabilité, qu'il existe, autour de la position d'équilibre, O, prise pour origine, trois directions réelles pour chacune desquelles la force soit une attraction émanant de O. Ces trois directions ne sont orthogonales que si les forces ont un potentiel. Mais il existe trois autres directions, toujours réelles et orthogonales, qui se présentent naturellement dans cette théorie. On les obtient en cherchant le lieu des points pour lesquels la force est perpendiculaire au rayon vecteur, issu de l'origine : c'est un cône du second degré, réel ou imaginaire, dont les axes fournissent les trois directions dont je parle. En les prenant comme axes de coordonnées, on reconnaît que la force est la résultante de deux autres, savoir :

» 1° Une force F_1 qui dérive d'un potentiel $\frac{1}{2}(Ax^2 + By^2 + Cz^2)$ et dont les surfaces de niveau ont pour cône asymptote commun le cône que nous venons de définir;

» 2° Une force *tourbillonnaire* F_2, représentée par le même vecteur que la vitesse due à la rotation autour d'un certain axe OR.

» Quand la force F_2 est nulle, l'équilibre n'est stable, comme l'on sait, qu'autant que A, B, C sont trois coefficients positifs. Cette condition n'est plus nécessaire quand F_2 diffère de zéro : deux des coefficients peuvent être négatifs sans que la stabilité soit rendue impossible; il suffit que la somme $A + B + C$ demeure positive. Mais, tandis qu'avec des coefficients tous positifs l'axe OR peut recevoir une direction quelconque, sa grandeur

seule étant assujettie à ne pas dépasser certaines limites, on trouve qu'avec un ou deux coefficients négatifs la direction de OR cesse d'être arbitraire : il faut qu'elle tombe à l'extérieur ou à l'intérieur du cône asymptote (toujours réel en pareil cas), suivant que le nombre des coefficients négatifs est égal à *un* ou à *deux*. Cela revient à dire que, pour les points situés sur OR, la puissance $Ax^2 + By^2 + Cz^2$ par rapport au cône asymptote est toujours positive quand il y a stabilité. La même propriété a lieu pour chacune des trois directions réelles que j'ai définies en commençant. Quant à la longueur du vecteur OR, elle est soumise à des règles compliquées, et, pour une direction déterminée de ce vecteur, il peut arriver qu'en faisant croître continûment OR à partir de zéro on voie la stabilité disparaître une première fois, puis reparaître dans un certain intervalle.

» Supposons maintenant qu'on introduise une liaison, équivalant à la matérialisation d'une droite ou d'un plan fixe passant par O. Il faut se garder de croire que la liaison va laisser subsister dans tous les cas la stabilité de l'équilibre. S'il s'agit d'une droite, voici comment les choses se passent. Cette liaison annule l'effet de F_2 et la force F_1 influe seule sur le mouvement rectiligne. Si donc l'équilibre du point libre était stable sous la seule action de F_1 (c'est-à-dire si A, B, C sont positifs), l'équilibre sur la droite est stable. Mais si la stabilité du point libre n'était due qu'à l'action auxiliaire de F_2, la stabilité n'existe sur la droite qu'autant que les points de celle-ci ont, par rapport au cône asymptote, une puissance positive. On s'en rend compte en remarquant que telle est la condition pour que la projection de la force sur la droite soit attractive. Le cas d'une liaison représentée par un plan est moins facile à traiter : j'ai trouvé que, du moment où la force F_2 n'est pas nulle, il existe *toujours* (même avec des valeurs de A, B, C toutes positives), une infinité de plans pour lesquels l'équilibre est instable. Parmi eux figurent les plans cycliques des surfaces de niveau : $Ax^2 + By^2 + Cz^2 = \text{const.}$

» M. Andrade (*Bulletin de la Société mathématique*, 1897) a déjà fait remarquer que rien n'autorise à admettre que, pour des forces dépourvues de potentiel, l'introduction de liaisons ne compromet pas la stabilité. Pour justifier cette réserve, il a cité un exemple dans lequel deux forces, *fonctions de point* toutes les deux, donnent séparément un équilibre stable, tandis que leur résultante produit un équilibre instable. Il était, je crois, intéressant de vérifier que la même chose a lieu effectivement quand on considère des forces de liaison, qui ne sont pas des fonctions de point. »

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil dit* anémotrope. Note de M. **Maillet**, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil est un moteur à vent, ou moulin à vent horizontal, c'est-à-dire mobile autour d'un axe vertical. Comme dans d'autres appareils du même genre, le vent agit sur des palettes qui fonctionnent à la façon de soupapes restant verticales d'un côté de l'axe et cédant de l'autre côté à la pression du vent.

» Ce qui caractérise l'anémotrope, c'est que chaque palette motrice est mobile autour d'un axe *horizontal*, et que son poids est à peu près équilibré. Grâce à ce dispositif, chaque palette reprend périodiquement la position verticale sans choc. Au lieu d'y être ramenée par la poussée de l'air, elle y revient lentement par son propre poids, au fur et à mesure que la composante soulevante du vent devient insuffisante pour faire équilibre à l'action de la pesanteur. De là une grande douceur dans le fonctionnement. »

OPTIQUE. — *Méthode pour la mesure optique de longueurs pouvant atteindre plusieurs décimètres.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode que nous allons décrire permet de mesurer en longueurs d'onde, sans aucun pointé au microscope, une épaisseur donnée invariable, représentée par la distance de surfaces planes et parallèles de verre argenté, et aussi, par différence, l'épaisseur d'un étalon matériel à faces polies et approximativement planes et parallèles. Cette méthode est basée sur l'emploi des *franges de superposition* (¹), que nous allons rappeler.

» Soient deux lames d'air, d'épaisseurs e et e', limitées toutes deux par des surfaces légèrement argentées. Un faisceau de lumière blanche traverse successivement ces deux lames. Si les épaisseurs satisfont presque exactement à la relation $\frac{e}{e'} = \frac{p}{q}$, p et q étant des entiers, il peut y avoir in-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 802, et *Ann. de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XII, p. 475; 1897.

terférence entre les rayons qui ont subi $2p$ réflexions dans la seconde lame et ont traversé directement la première, avec ceux qui ont traversé directement la première et ont subi $2q$ réflexions dans la seconde lame.

» Nous avons déjà utilisé ces franges dans le cas des petites épaisseurs; les lames sont alors optiquement ou directement superposées; les franges sont observées en *lumière parallèle*, normale aux deux lames; elles sont localisées dans le système de lames et dépendent des diverses épaisseurs des lames aux différents points. Dans le cas actuel, chacune des lames sera à faces parallèles; elles seront placées à la suite l'une de l'autre, et à une distance quelconque. Chacune des épaisseurs e et e' aura une valeur unique, et l'on observera un système de franges *localisé à l'infini*, dans lequel les diverses valeurs de la différence de marche sont dues aux variations d'incidence ; ce sont des interférences en *lumière convergente*.

» Examinons, en particulier, le cas où les deux lames ont des épaisseurs très peu différentes et font un petit angle α. On obtient, dans le plan focal de la lunette, un système de franges rectilignes, perpendiculaires au plan des normales aux deux lames ([1]). Dans ce plan, la frange centrale blanche correspond à une direction qui fait avec la bissectrice des normales l'angle $\theta = \frac{e-e'}{e\alpha}\cdot$ L'angle $\varphi = \frac{\lambda}{2e\alpha}$ mesure l'intervalle angulaire de deux franges consécutives.

» La frange blanche se déplace dans le champ si l'on fait varier l'une des épaisseurs. Les franges s'élargissent quand on diminue l'angle α et tendent, pour $\alpha = 0$, vers la *teinte plate* qui correspond à la différence de marche $2(e-e')$; cette teinte plate est le blanc si les deux épaisseurs sont égales. De là un moyen pour constater l'égalité d'épaisseur de deux lames.

» Pratiquement, il n'est pas commode d'arriver à la teinte plate; il suffit de diminuer l'angle α jusqu'à ce que les franges soient très élargies; l'égalité des épaisseurs se traduira par ce fait que la frange centrale passe par le point du champ qui correspond à la bissectrice de l'angle des normales ($\theta = 0$), ou par la normale à l'une des lames.

» L'emploi de ces franges permet donc de *copier* une épaisseur donnée. On pourrait aussi, étant données deux épaisseurs différant de quelques longueurs d'onde, mesurer leur différence.

» Les résultats sont les mêmes si le rapport de e à e' est voisin de 2, à la

---

([1]) La théorie de ces franges est presque identique à celle des franges de Brewster (voir MASCART, *Traité d'Optique*, t. I, p. 456).

condition de remplacer e' par $2e'$ dans les équations précédentes. De là une méthode pour doubler une épaisseur ou pour en prendre la moitié. On pourra de même tripler, et probablement quadrupler une épaisseur, en remarquant toutefois que l'éclat des franges va en diminuant à mesure que le rapport commensurable des épaisseurs devient moins simple.

» D'autre part, nous avons décrit une méthode qui permet de déterminer en longueurs d'onde l'épaisseur de lames d'air pouvant aller jusqu'à 4^{cm} au moins, pourvu que l'on puisse faire varier un peu l'épaisseur.

» Supposons dès lors qu'il s'agisse de mesurer l'épaisseur d'un solide à faces approximativement planes et parallèles. On le placera entre les lames de verre argenté, réglables en orientation et en distance, d'un appareil analogue à notre spectroscope interférentiel, qui jouera ici le rôle de *compas*. En utilisant les images par réflexions multiples, on amènera les lames du compas à être parallèles entre elles et, autant que possible, aux faces du solide à mesurer, en laissant entre le solide et les lames argentées une épaisseur de quelques dizaines de microns. On copiera alors, par la méthode précédente, l'épaisseur du compas sur un second appareil à lames parallèles ; on en prendra la moitié, ou le tiers, etc., de manière que l'épaisseur ainsi obtenue soit moindre que 4^{cm}.

» Aussitôt ce résultat obtenu, on éclaire ce dernier système de lames par la lumière du cadmium, et l'on mesure le diamètre angulaire de l'anneau vert central, ce qui fait connaître la fraction de demi-longueur d'onde dont l'épaisseur de la lame dépasse $\frac{1}{2}N\lambda$, N étant le numéro de l'anneau ainsi observé. Simultanément, un autre observateur mesure les petites épaisseurs comprises entre les faces du compas et celles du solide à mesurer, épaisseurs que l'on prendra en des points repérés des faces du solide ([1]) ; nos *lames étalons* ([2]) permettent de faire cette mesure très rapidement. Enfin, on détermine, par une méthode précédente, le numéro N.

» Avec un appareil provisoire, construit presque entièrement en bois, nous avons pu mesurer, en longueurs d'onde, l'épaisseur d'un cube de verre de 3^{cm} de côté. Le succès d'une mesure faite dans des conditions aussi défavorables montre que l'invariabilité de l'appareil n'est pas nécessaire. Le compas étant convenablement réglé, la mesure comprend quatre opérations distinctes : 1° copier l'épaisseur du compas ou en prendre la

---

([1]) La mesure a ainsi un sens bien précis, quand bien même les faces du solide ne seraient pas exactement planes et parallèles.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 484 ; 1897.

moitié, ou le tiers, etc.; 2° mesurer la quantité dont l'épaisseur ainsi obtenue dépasse $\frac{1}{2}N\lambda$; 3° mesurer les petites épaisseurs qui existent entre les faces du compas et celles du solide; 4° déterminer le numéro N. Cette dernière opération n'exige aucune fixité; la seconde et la troisième sont très courtes et se font simultanément, immédiatement après la première. Celle-ci peut même être supprimée si l'épaisseur à mesurer est moindre que 4^{cm}, la deuxième et la quatrième opération pouvant être alors faites directement sur le compas, pourvu que celui-ci soit susceptible des déplacements nécessaires.

» L'emploi des franges de superposition paraît possible avec des épaisseurs théoriquement quelconques. Les réglages deviennent certainement plus difficiles pour de grandes épaisseurs, mais paraissent possibles avec des appareils bien stables. On pourrait alors mesurer, avec un très petit nombre d'opérations intermédiaires et *presque simultanées,* des épaisseurs de plusieurs décimètres, et peut-être de 1^{m} et plus, représentées par la distance des faces d'un solide donné ou par la distance de deux lames parallèles de verre argenté. Soit, par exemple, une épaisseur de 1^{m}, représentée par un étalon à bouts. On pourra, au moyen d'un système de lames réglables, prendre le quart de l'épaisseur du compas, puis encore le quart de l'épaisseur de ce système, ce qui conduira à une épaisseur de 0^{m},05 que l'on pourra sans doute mesurer directement en longueurs d'onde. Les trois opérations étant presque simultanées, on sera à l'abri de toute erreur provenant de variations progressives dans l'état de l'appareil. On voit que la mesure ainsi faite ne comprend aucun pointé au microscope. Le passage de l'étalon à bouts à un étalon à traits paraît d'ailleurs possible, au moyen de microscopes liés aux faces du compas. »

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la trempe sur la résistance électrique de l'acier.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Carnot.

« Dans des recherches antérieures [1] j'ai montré que la résistance électrique de l'acier à 0,85 pour 100 de carbone prenait, après trempe à 750°, une valeur une fois et demie plus grande. M. Barus, par contre, a trouvé [2] que pour les aciers durs cette résistance pouvait plus que

(1) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 40; 1891.

(2) *U. S. geological Survey,* t. XIV, p. 20; 1885.

tripler, mais il ne donne ni la composition des aciers étudiés, ni la température de trempe; il indique seulement leur provenance. Il y avait entre ces résultats un désaccord tel que de nouvelles expériences étaient nécessaires.

» Je dirai, de suite, que des aciers de même provenance que ceux de M. Barus m'ont donné une teneur en carbone de 1,16 pour 100, c'est-à-dire notablement supérieure à celle des aciers que j'avais employés. J'ai reconnu que trempés à 950° ils prenaient, en effet, une résistance triple. Je n'avais pas dans mes premières recherches dépassé la température de 750° qui est celle employée dans l'industrie pour les aciers durs à outils; leur qualité est d'autant meilleure que la trempe a été faite à plus basse température.

» *Influence de la température de trempe.* — Le premier point à élucider était l'influence de la température de trempe; voici deux séries d'expériences relatives à des aciers à 0,84 et 1,13 pour 100 de carbone.

Acier à 0,84 de carbone. — Résistance à 15° = 16.

Température	710°	740°	810°	850°	1000°
$\frac{\text{R. après trempe}}{\text{R. avant trempe}}$	1	1,5	2,1	2,2	2,2

Acier à 1,13 de carbone. — Résistance à 15° = 18.

Température	710°	740°	810°	850°	950°
$\frac{\text{R. après trempe}}{\text{R. avant trempe}}$	1	1,3	1,6	2,1	3

» Ces résultats montrent d'abord que la trempe ne modifie la résistance électrique de l'acier que si elle a été effectuée au-dessus de la température de récalescence (710°); c'est donc la même condition que pour le changement des propriétés mécaniques. La résistance électrique croît ensuite avec la température de trempe jusqu'à une valeur d'autant plus élevée que l'acier est plus riche en carbone. L'accroissement de résistance que le fer éprouve par la présence du carbone de trempe est en moyenne de 45 microhms par 1 pour 100 en poids de carbone, ou de 7 microhms par 1 atome pour 100 du même corps. C'est précisément l'accroissement que j'ai trouvé précédemment pour le silicium [1].

» On sait, par les recherches de M. Osmond, que le carbone de trempe

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1709; 1898.

est réparti d'une façon homogène dans le métal, l'acier trempé étant une véritable solution solide de carbure de fer Fe^3C dans le fer en excès. Cette influence du mélange homogène sur la résistance électrique paraît générale; les impuretés qui, à l'état de traces, augmentent parfois tellement la résistance de certains autres métaux, s'y trouvent également à l'état de solution solide ou de mélange isomorphe, telles les traces d'argent dans le cuivre, ou de cuivre dans l'argent.

» *Influence de la présence de corps autres que le carbone.* — Je donnerai seulement ici deux séries de mesures faites l'une sur des aciers au tungstène et l'autre sur des aciers au chrome.

Aciers au tungstène (¹).

	Composition chimique.			
	I.	II.	III.	IV.
Carbone	0,6	0,55	0,76	1,11
Tungstène	5	2,9	2,7	2,7
Silicium	0,02	0,2	0,3	0,32
Manganèse	0,3	0,4	0,44	0,38
Résistance à 15°	21	18	18,5	20

Rapport des résistances après et avant trempe.

I.		II.		III.		IV.	
760°	1	750°	1,2	730°	1,4	720°	1
800	1,4	800	1,4	780	1,6	730	1,3
850	1,5	1100	1,8	850	1,7	850	1,4
1100	1,8			1100	2	1100	2,2

Aciers au chrome.

	Composition chimique.		
	I.	II.	III.
Carbone	0,5	0,82	1,07
Chrome	2,5	2,8	2,4
Silicium	0,27	0,27	0,36
Manganèse	0,23	0,21	0,21
Résistance à 15°	19,5	21,5	24

(¹) Un acier à 7 pour 100 de tungstène, employé pour la fabrication de certains outils de tour qui ne sont pas trempés, a présenté une résistance spécifique de 24,5 microhms, et, après trempe à 800°, de 35,50 microhms.

Rapport des résistances après et avant trempe.

I.		II.		III.	
740°	1,0	780°	1,3	730°	1,3
800	1,3	1100	3,1	850	1,5
820	1,5			1100	3,0
1100	2,1				

» On remarquera combien sont différentes l'influence du tungstène et celle du chrome. Aux températures élevées, ce dernier métal exagère l'accroissement de résistance qu'aurait produit la trempe sur un acier au carbone seul, tandis que le tungstène la diminue. On est conduit à penser que le chrome, métal analogue au fer, reste après la tempe, au moins en partie, à l'état de mélange isomorphe, comme le font en tout état le nickel et le manganèse. Rien de semblable ne se produit avec le tungstène, dont les composés doivent, aussi bien avant qu'après trempe, rester isolés dans la masse. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le redressement des courants alternatifs* ([1]). Note de M. P. Janet, présentée par M. Mascart.

« Au cours de quelques recherches que j'ai entreprises sur les moteurs synchrones et les commutatrices, j'ai été amené à étudier le problème suivant :

» *Étant donné un anneau Gramme, muni d'un collecteur et de deux balais, mais dépourvu d'inducteurs, ou à inducteurs non excités : au moyen de deux bagues et de deux frotteurs, on alimente deux points* A *et* B *diamétralement opposés, pris sur l'anneau, par une tension alternative de pulsation* ω *dont on maintient constante la valeur efficace; l'anneau étant amené au synchronisme sous l'action d'un moteur auxiliaire, quelle sera la nature de la tension recueillie aux balais?*

» Pour résoudre cette question, il revient évidemment au même de supposer l'anneau fixe, et les balais tournent avec une vitesse ω. Soit

$$(1) \qquad V_A - V_B = A \sin \omega t$$

la différence de potentiel supposée sinusoïdale, entre les deux points A

([1]) Laboratoire central d'Électricité.

et B; soit XY une ligne faisant avec AB un angle φ; on pourra représenter approximativement la différence de potentiel aux extrémités de cette ligne par

$$(2) \qquad V_X - V_Y = A\cos\varphi\sin\omega t.$$

Si maintenant XY est la ligne de contact des balais, φ croît proportionnellement au temps

$$\varphi = \alpha + \omega t,$$

α étant l'angle de la ligne des balais avec la ligne AB à l'époque où la différence de potentiel passe par zéro; d'où

$$V_X - V_Y = A\sin\omega t\cos(\alpha + \omega t) = -\frac{A}{2}\sin\alpha + \frac{A}{2}\sin(2\omega t + \alpha).$$

La tension recueillie aux balais sera la superposition d'une tension continue $-\frac{A}{2}\sin\alpha$ et d'une tension alternative $\frac{A}{2}\sin(2\omega t + \alpha)$; la valeur moyenne de la tension aux balais sera

$$E_{moy} = -\frac{A}{2}\sin\alpha,$$

et la valeur efficace

$$E_{eff} = \sqrt{\frac{A^2}{4}\sin^2\alpha + \frac{A^2}{8}} = \frac{A}{2\sqrt{2}}\sqrt{2 - \cos 2\alpha}.$$

Sous cette forme, on voit :

» 1° Que la tension moyenne est une fonction sinusoïdale, de période 2π, de l'angle α;

» 2° Que la tension efficace est une fonction sinusoïdale, de période π, de l'angle α;

» 3° Que la tension efficace est maximum en même temps que la tension moyenne et maximum quand celle-ci est nulle.

» Pour mettre ces divers points en évidence, au moins d'une manière qualitative, j'ai employé la disposition suivante :

» Deux petites machines Gramme identiques sont accouplées rigidement l'une à l'autre, leurs axes étant en prolongement, mais pouvant, au moyen d'un index, d'un plateau divisé en vingt-quatre parties égales et d'une vis de pression, recevoir des décalages connus l'un par rapport à l'autre. La première machine, convenablement disposée, fonctionne en moteur synchrone (courant du secteur de la rive gauche). L'anneau de la deuxième est en étude, et les deux points A et B de tout à l'heure sont soumis à une

tension alternative de 65 volts efficace, prise également sur le même secteur. Si le moteur fonctionne dans des conditions toujours identiques, son induit a une position fixe dans l'espace au moment où la différence de potentiel aux bornes AB est nulle : on a donc le moyen de faire varier à volonté l'angle α en décalant les deux arbres l'un par rapport à l'autre, et cet angle α est simplement lu (à une constante additive près) sur le plateau divisé qui sert de manchon d'accouplement. La tension moyenne aux balais est mesurée avec un voltmètre Chauvin et Arnoux, et la tension efficace avec un voltmètre thermique Hartmann et Braun. Voici les résultats d'une série de mesures :

Position de l'index.	Tension moyenne.	Tension efficace.	Position de l'index.	Tension moyenne.	Tension efficace.
	a.	b.		a.	b.
0	−23	36	12	−25,5	39,8
1	+20,5	35,5	13	−20,5	35,7
2	−15	30	14	−14,5	30,1
3	−9	26	15	−7	25,5
4	−0	23	16	−3,5	23
5	−9	24,5	17	−12,5	26,2
6	−17,5	31	18	+20	33,5
7	−27	41	19	−28,5	42,5
8	−31,5	45,5	20	−31	46
9	−33	47	21	−30,5	45
10	−33	47	22	−28	42,3
11	−30	43,8	23	−25	39

» La vérification est complète au point de vue qualitatif. Au point de vue quantitatif, il est loin d'en être ainsi : en particulier, la différence des carrés des tensions $b^2 - a^2$, qui représente le carré de la tension alternative efficace, devrait être constante, tandis qu'en réalité elle dépend de l'angle α. Il est très probable que cette divergence est due à la présence des harmoniques supérieurs qui sont certainement importants dans la tension de la rive gauche. Si l'on adopte cette manière de voir et que l'on représente par

$$E = A \sin \omega t + B \sin (3\omega t - \varphi) + \ldots$$

la tension aux bornes, il est facile de démontrer que *le premier terme seul est capable de donner une tension continue*, et que cette tension est égale à $\frac{A}{2}$; on en déduit immédiatement une évaluation numérique de A : par

exemple, dans l'expérience précédente, on a

$$E_{eff} = 65, \qquad \frac{A}{2} = 33, \qquad A = 66,$$

ou sensiblement

$$A = E_{eff}.$$

On arriverait ainsi à la conclusion suivante :

» Dans le développement en série de Fourier de la tension du secteur de la rive gauche, le coefficient du terme principal serait numériquement égal à la valeur efficace de la tension. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la multiplication paradoxale de la décharge dérivée d'un condensateur.* Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Le circuit qui réunit les armatures d'une jarre comprend un excitateur principal et une bobine appelée *bobine totale;* ce circuit se bifurque ensuite en deux dérivations dont l'une est interrompue par le champ intrapolaire d'un excitateur dérivé et dont l'autre est continue et formée d'une bobine dérivée ; le deuxième point de bifurcation est réuni, par un conducteur court, à la deuxième armature.

» Lorsqu'une étincelle éclate à l'excitateur principal, elle provoque une étincelle dérivée à l'excitateur dérivé, si la distance explosive de ce dernier est suffisamment petite.

» Il a été démontré expérimentalement que, si la distance explosive dérivée est supérieure à une certaine limite, *la quantité d'électricité qui traverse la bobine dérivée est de beaucoup supérieure à la charge du condensateur* [1].

» Plusieurs explications ont été proposées pour rendre compte de cette multiplication paradoxale de la décharge dérivée.

» Edlund y voyait la preuve de l'existence d'une force contre-électromotrice de l'étincelle; il imagina aussi que l'étincelle dérivée jouait le rôle de soupape électrique. Ces deux explications doivent être rejetées.

» En appliquant au problème les lois générales de l'induction, comme

---

[1] Edlund, *Pogg. Ann.*, t. CXXXIV. — Swyngedauw, *Comptes rendus*, 23 avril 1894.

l'a fait W. Thomson pour la décharge dans un circuit continu unique, on trouve une solution assez simple et assez complète, à condition de faire quelques simplifications autorisées par les propriétés de l'étincelle et des circuits induits.

» I. Les expériences de Riess montrent que, si l'on fait traverser par une décharge un circuit interrompu par une étincelle et dont la résistance métallique est de quelques ohms, la chaleur dégagée dans l'étincelle est négligeable par rapport à la chaleur dégagée dans le fil. Il en résulte : 1° que la résistance moyenne de l'étincelle est négligeable par rapport à celle du fil; 2° que, puisque cette résistance peut être considérée comme infinie dans les premiers instants de la décharge, il faut qu'elle atteigne, en un temps très court par rapport à la durée totale de la décharge, une valeur très petite par rapport à une résistance de quelques ohms.

» Cette valeur très petite sera atteinte en une fraction de période dans les décharges oscillatoires; nous admettrons donc que, malgré la présence des étincelles à partir de cet instant très voisin du début de la décharge, les résistances des diverses branches du circuit pourront être considérées comme des constantes; on prendra dans la suite cet instant comme origine des temps.

» II. On négligera l'induction mutuelle des circuits devant l'induction propre, ce qui sera d'autant plus voisin de la vérité que les circuits, principal et dérivés, seront plus éloignés l'un de l'autre.

» Dans ces conditions, on trouve qu'à partir de l'instant où les résistances deviennent constantes :

» *Dans la bobine dérivée, le courant décroît sans changer de sens sous la forme d'un extra-courant de rupture;*

» *Dans la bobine totale, le courant suit les lois de la décharge dans un circuit uniquement formé du circuit principal*, comme si l'étincelle dérivée mettait en contact direct les points de bifurcation des circuits dérivés;

» *La multiplication de la décharge dérivée n'est possible que si la décharge est oscillatoire dans le circuit principal.*

» Si la période d'oscillation de la décharge est de l'ordre du $\frac{1}{100000}$ de seconde et le circuit dérivé peu résistant, il suffit que le courant dans la bobine dérivée soit, à l'origine du temps, de l'ordre du $\frac{1}{30}$ du courant maximum dans la bobine totale pour que la décharge dérivée soit dix fois plus grande que la charge totale du condensateur.

» La théorie rend compte de la marche générale du phénomène et des diverses particularités observées par les auteurs qui ont traité la question. »

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Résistance du corps humain dans la période d'état variable du courant galvanique.* Note de M. **Dubois** (de Berne), présentée par M. Lippmann.

« Dans ma Note du 12 juillet 1897 j'ai démontré, par des expériences physiologiques, que de minimes résistances rhéostatiques entravent l'action physiologique d'une fermeture de courant beaucoup plus que la résistance considérable du corps humain.

» J'ai attribué cette abolition de l'effet physiologique *à la prolongation de la durée de la période d'état variable.*

» J'ai voulu déterminer par de nouvelles expériences la valeur relative de la période d'état variable dans diverses conditions de résistance, de self-induction et de capacité du circuit.

» Mon procédé est le suivant :

» Un condensateur de capacité C, mis en communication avec une source électrique au potentiel V, prend aussitôt une charge $Q = CV$ qu'on peut mesurer au galvanomètre balistique.

» Au lieu de charger à l'aide d'une clef de circuit, j'établis le contact entre la batterie de charge et le condensateur *par le choc d'une bille d'acier contre une masse d'acier.*

» Ce contact est de si courte durée, que la rupture du circuit a lieu en pleine période d'état variable. Je détermine ainsi une des ordonnées de la courbe et, mettant dans le circuit de charge des résistances diverses, solénoïdes, rhéostats, corps humain, je puis mesurer les durées relatives de la période d'état variable, d'après la valeur de la *charge partielle* que reçoit le condensateur.

» *Exemple.* — Une batterie de $10^{\text{volts}},2$ chargeant à refus un condensateur de 2 microfarads donne à mon galvanomètre une élongation de 106.

» Chargé par le court contact de la bille d'acier, la décharge ne produit qu'une élongation de 90, *charge partielle* représentant 85 pour 100 de la charge totale.

» Interposant diverses résistances sur le chemin de charge, j'ai constaté les faits suivants :

» 1° *Les résistances dont le coefficient de self-induction et la capacité sont négligeables ralentissent le flux en raison directe de leur résistance ohmique;*

» 2° *Les solénoïdes opposent à l'établissement du courant une résistance beaucoup plus grande que leur résistance ohmique;*

» 3° *L'insertion d'un condensateur de capacité convenable aux bornes de la résistance annule l'effet aussi bien de la résistance ohmique que de la self-induction;*

» 4° *La résistance du corps représente, en période d'état variable, une résistance beaucoup plus faible que sa résistance ohmique. Sa capacité annule sa résistance.*

» *Exemples :*

			Charge partielle.
A travers rhéostat de graphite de 410 ohms			16,5
»	»	liquide de 410 ohms	17
»	»	métallique de 410 ohms	16,5
»	le corps humain de 6500 ohms		9,4

» Le corps se comporte comme une résistance de 740 ohms et, en effet, si l'on substitue au corps un rhéostat de cette valeur, on a l'élongation de 9,4.

			Charge partielle.
A travers rhéostat de 1000 ohms			21,5
»	»	2000 »	11,4
»	»	4000 »	5,5
»	le corps de 3638 »		26,7

» Le corps équivaut à un rhéostat de 750 ohms.

» 5° *Cette résistance du corps, pour la période d'état variable, reste fixe pour les mêmes points d'application des électrodes, en dépit des grandes variations de la résistance ohmique.*

» *Exemple :* Par l'action des courants galvaniques je fais tomber la résistance du corps de 51500 à 3029. Les élongations mesurant la charge partielle restent constamment 7,5 à 8, représentant une résistance invariable d'environ 400 ohms.

» 6° *Cette résistance croît avec la longueur du segment du corps interposé et dépend aussi de la surface des électrodes.*

» *Exemples :*

Du poignet à l'avant-bras le corps représente	400 ohms
Du poignet au bras le corps représente	460 »
Du poignet à la nuque le corps représente	600 »
Du poignet à la plante du pied le corps représente	900 »
Du pied à l'autre le corps représente	900 »
D'une main à l'autre le corps représente	900 »

» On obtient ces chiffres aussi bien par la comparaison des élongations que par la substitution du rhéostat au corps humain.

» Pour diverses électrodes dont la surface varie comme 4, 36 et 64, j'ai des élongations de 8, 14 et 42 représentant des résistances de 2100, 700 et 400 ohms.

» 7° *Le corps est un condensateur à diélectrique liquide, d'une capacité d'environ* 0,165 *microfarad.*

» La détermination de cette capacité n'est pas possible en chargeant à refus, à cause de la polarisation qui survient. Elle est, au contraire, facile par ma méthode *du court contact de la bille d'acier.* Ces faits, faciles à constater, confirment tous les résultats que m'avait donnés l'analyse physiologique dans ma première Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites des métaux alcalino-terreux* ([1]). Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Poursuivant l'étude des sulfoantimonites ([2]), j'ai fait agir le sulfure d'antimoine sur les sulfures alcalino-terreux; les résultats que j'ai obtenus sont les suivants :

» *Sels de baryum.* — Le sulfure de baryum est peu soluble dans l'eau, mais l'action de l'hydrogène sulfuré sur les dissolutions de baryte permet de préparer des dissolutions dont la composition peut être représentée par $Ba(SH)^2 + nH^2O$ et $BaS + nH^2O$, cette dernière étant obtenue en mélangeant la première avec une quantité équivalente de baryte.

» Le sulfure d'antimoine, traité par une dissolution de sulfhydrate en proportion plus grande que celle qui correspond à $Sb^2S^3 + 3Ba(SH)^2$, ne se dissout que difficilement, même à chaud. Dans ce cas, il se transforme en une masse d'abord verte, puis jaune et d'apparence cristalline, d'orthosulfoantimonite $Sb^2S^6Ba^3 + 8H^2O$. Le liquide surnageant contient ce même corps en dissolution; par refroidissement il se dépose sous forme de petites écailles cristallines blanches très brillantes qui deviennent jaunes d'or par dessiccation dans l'air sec; dans cet état leur constitution est la même $Sb^2S^6Ba^3 + 8H^2O$.

» A froid la réaction se fait beaucoup plus lentement; elle n'était pas terminée après quinze jours de contact.

» Avec le sulfure neutre ($BaS + nH^2O$) et à chaud les résultats obtenus sont identiques; le produit final de la réaction est encore l'orthosulfoantimonite.

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 1445 et 1518; t. CXXVI, p. 1144.

» A froid il n'en est plus de même; le sulfure d'antimoine se transforme rapidement en une masse cristalline d'un gris verdâtre de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Ba^2 + 8H^2O$, si le sulfure de baryum n'est pas en excès; dans le cas contraire on obtient un mélange d'ortho et de pyro.

» Ces corps sont facilement décomposés par l'eau, qui leur enlève du sulfure de baryum; le produit de cette décomposition est une substance amorphe jaune marron, de formule $Sb^4S^9Ba^3 + 10H^2O$.

» *Sels de strontium.* — Les solutions de sulfure de strontium étaient préparées comme celles de baryum; le sulfure d'antimoine, traité par une proportion de sulfhydrate correspondant à $Sb^2S^3 + 3Sr(SH)^2$, se dissout presque complètement. Par refroidissement la dissolution laisse déposer des écailles cristallines blanches d'orthosulfoantimonite $Sb^2S^6Sr^3 + 10H^2O$.

» L'eau-mère évaporée dans le vide donne de petits cristaux jaunes, quelquefois légèrement brunâtres, de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Sr^2 + 15H^2O$. Ils paraissent appartenir au système anorthique.

» Avec le sulfure neutre $SrS + nH^2O$, la dissolution par refroidissement ou évaporation dans le vide ne donne que ce dernier composé. Il est, d'ailleurs, soluble dans l'eau sans décomposition appréciable.

» *Sels de calcium.* — L'action de l'hydrogène sulfuré sur la chaux en suspension dans l'eau fournit une dissolution d'hydrosulfure de calcium, dont la composition peut être représentée par $Ca[SH]^2 + nH^2O$. Si l'on ajoute de la chaux à cette dissolution, il se forme un précipité généralement verdâtre et le liquide surnageant conserve la même composition. Cette dissolution dissout facilement, surtout à chaud, le sulfure d'antimoine; par évaporation dans le vide, on obtient de beaux cristaux incolores, dont les dimensions atteignent parfois $0^m,01$, de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Ca^2 + 15H^2O$; comme le sel correspondant de strontium, il est cristallisé dans le système anorthique; comme lui, il est soluble sans décomposition.

» La concentration à chaud, même en présence d'un excès d'hydrosulfure de calcium, n'a pas permis de préparer l'orthosulfoantimonite : on sait que les dissolutions d'hydrosulfure soumises à la chaleur perdent de l'hydrogène sulfuré et se transforment en hydroxysulfure de calcium. Un phénomène analogue se produit par la concentration à chaud de la solution de sulfure d'antimoine : elle perd de l'hydrogène sulfuré et, lorsque la concentration est suffisamment avancée, il se dépose des paillettes cristallines rouges insolubles dans l'eau, correspondant à la formule SbS^2CaOH.

» Le même corps peut d'ailleurs être obtenu en partant d'une dissolution d'hydroxysulfure de calcium.

» L'eau-mère évaporée dans le vide laisse déposer du pyrosulfoantimonite.

» Tous ces composés s'oxydent très facilement à l'air, et ces préparations doivent être faites dans un courant d'hydrogène.

» L'action du sulfure d'antimoine sur les sulfures alcalino-terreux permet donc de préparer des ortho- et des pyrosulfoantimonites; les analogies du calcium et du strontium se retrouvent dans les composés pyro, celles du strontium et du baryum dans les composés ortho. »

THERMOCHIMIE. — *Bases pyridiques.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« La plupart des modes de synthèse des dérivés pyridiques consistent en une élimination d'eau entre une fonction amine et une fonction aldéhydique ou acétonique et permettent ainsi de les rattacher aux fonctions azotées dérivées des aldéhydes. Je me bornerai ici à l'étude de la pyridine elle-même et à celle de ses hydrures. Ces premiers termes offrent peu de synthèses directes que l'on puisse considérer comme résultant du conflit unique d'une fonction aldéhydique et d'une fonction azotée; mais il en existe une, extrêmement importante, car elle constitue en même temps le lien qui unit la série grasse à la série pyridique : c'est la synthèse de la tétrahydropyridine ou pipéridéine par le δ-aminovaléraldéhyde

$$\begin{array}{ccccccc} & CH^2 & & & CH^2 & & \\ \diagup & & \diagdown & \diagup & & \diagdown & \\ CH^2 & & CH^2 & CH^2 & & CH & \\ | & & | \quad = & | & & \| & + H^2O. \\ CH^2 & & CHO & CH & & CH & \\ \diagdown & & & & & \diagup & \\ & AzH^2 & & & AzH & & \end{array}$$

» Il est vrai que la pipéridéine C^5H^9Az n'est bien connue que sous la forme polymérisée $(C^5H^9Az)^2$; mais j'ai cru devoir aborder la question pour jeter un premier aperçu sur les relations thermochimiques qui existent dans cette série. A cet effet, j'ai étudié les corps suivants : pyridine, pipéridine, chloropipéridine, pipéridéine et δ-aminovaléraldéhyde.

» *Pyridine* C^5H^5Az et *pipéridine* $C^5H^{11}Az$. — Ces deux substances avaient été déjà étudiées par Thomsen qui les avait brûlées sous forme gazeuse. Je me suis permis de refaire cette étude en les brûlant sous forme liquide, puis déterminant leurs chaleurs de volatilisation et leurs chaleurs spécifiques. Voici l'ensemble des résultats rapportés à la molécule :

			Pyridine.	Pipéridine.
Chaleurs spécifiques (entre 16° et 96°-98°)			$33^{cal},5$	$44^{cal},1$
Chaleurs de volatilisation			$8^{Cal},57$	$7^{Cal},9$
Chaleurs de combustion	à l'état liquide	à vol. const.	$664^{Cal},68$	$825^{Cal},21$
		à press. const.	$665^{Cal},1$	$826^{Cal},5$
	à l'état gazeux à press. const.		$673^{Cal},7$	$834^{Cal},4$
Chaleurs de formation	à l'état liquide		$21^{Cal},1$	$+24^{Cal},5$
	à l'état gazeux		$-29^{Cal},7$	$+16^{Cal},6$

» Thomsen avait trouvé respectivement, pour chaleurs de combustion à l'état gazeux

de la pyridine et de la piperidine, $675^{Cal},1$ et $833^{Cal},8$. Les différences sont minimes, sans doute en raison de la compensation des erreurs de signe contraire que comportent les procédés de cet auteur.

» *Chloropipéridine* $C^5H^{10}AzCl$. — Aux divers procédés décrits pour l'obtention de ce corps j'ai été amené à substituer le suivant qui donne instantanément la chloropipéridine avec un rendement théorique : il suffit de mêler la pipéridine avec une solution concentrée commerciale d'un hypochlorite alcalin ; après quelques secondes d'agitation, la chloropipéridine vient surnager, en majeure partie, sous forme d'une huile presque incolore, à odeur vive, suffocante ; le reste s'extrait avec un peu d'éther. J'ai trouvé les points d'ébullition . 58° sous 39^{mm} et 55° sous 30^{mm} de Hg, alors que Lellmann et Geller indiquent 52° sous 25^{mm} (1). J'ai pris aussi la densité de ce liquide et trouvé $D_{4°}^{0°} = 1,0667$; $D_{4°}^{17°} = 1,0517$. Les déterminations thermochimiques ont donné les résultats suivants :

		Cal.
Chaleur de combustion	à volume constant	789,6
	à pression constante	790,6
Chaleur de formation par les éléments		+ 30,8

» De cette dernière valeur on déduit :

$C^5H^{10}.AzH$ liq. + Cl^2 gaz. = $C^5H^{10}AzCl$ liq. + HCl gaz. . . . . + $28^{Cal},3$
$C^5H^{10}.AzH$ diss. + ClOH diss. = $C^5H^{10}AzCl$ liq. + H^2O liq. . . . + $37^{Cal},2$

» Le premier chiffre, $28^{Cal},3$, correspond assez bien à la valeur moyenne de la chaleur de substitution du chlore dans les corps organiques. Le second nous explique pourquoi la pipéridine déplace les alcalis dans les hypochlorites, réaction manifeste avec l'hypochlorite de chaux qui donne un volumineux précipité d'hydrate de chaux. En effet, ces alcalis dégagent, au plus, 10^{Cal} dans leur union avec l'acide hypochloreux, au lieu de $+37^{Cal},2$. Mais ce déplacement ne résulte pas d'une simple substitution d'une base à une autre, la réaction étant en réalité plus complexe et la mise en liberté de la chaux résultant de la destruction de l'acide hypochloreux.

» Par l'action de l'hypobromite de soude, on obtient également, en quantité théorique, la bromopipéridine (Br pour 100 : trouvé, 48,28 ; calculé, 48,78). C'est une huile jaune, pesante, d'odeur vive, beaucoup plus instable que la chloropipéridine, déflagrant spontanément au bout d'un certain temps. Cette réaction tendrait à la faire regarder, non comme un produit simple de substitution bromée, mais comme un alcalamide dérivé de l'acide hypobromeux.

» *Pipéridéine* C^5H^9Az, mieux *Dipipéridéine* $(C^5H^9Az)^2$. — Ce corps s'obtient

---

(1) *Berichte*, t. XXI, p. 1922.

par l'action de la potasse alcoolique sur la chloropipéridine :

$$C^5H^{10}AzCl + KOH = C^5H^9Az + KCl + H^2O.$$

» Le produit que j'ai utilisé bouillait à 221° sous 36mm, à 218° sous 32mm de Hg. Il ne tarda pas à se solidifier en cristaux fusibles à 61°, ayant la composition théorique. Son étude thermochimique a donné les résultats suivants :

		Cal
Chaleur de combustion de $(C^5H^9Az)^2$	à volume constant	$2 \times 766,37$
	à pression constante....	$2 \times 767,4$
Chaleur de formation d'une molécule $(C^5H^9Az)^2$		$+2 \times 14,6$

» *δ-Aminovaléraldéhyde* $C^5H^{11}AzO$. — En suivant les indications précises de Wolfenstein ([1]), j'ai obtenu ce corps, pur, en cristaux fusibles à 39°, dont l'étude thermochimique a donné les nombres suivants :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	805,55
	à pression constante..........	806,55
Chaleur de formation à l'état solide		44,45

» Tels sont les résultats dans cette série. Le plus important résulte de la considération de l'équation suivante :

$$\underbrace{2C^5H^{11}AzO \text{ solide}}_{\delta\text{-Aminovaléraldéhyde.}} = \underbrace{(C^5H^9Az)^2 \text{ sol.}}_{\text{Dipipéridéine.}} + 2H^2O \text{ sol.} \ldots\ldots \quad + 2 \times 40^{Cal},5$$

» Le dégagement de chaleur est très grand et nous explique l'impossibilité d'effectuer la réaction inverse; il est vrai qu'il s'agit ici d'un cas exceptionnel; il faudrait retrancher de $40^{Cal},5$ la valeur inconnue de la chaleur de polymérisation de $2C^5H^9Az$ en $(C^5H^9Az)^2$; mais, même en supposant cette valeur égale, par exemple, à celle de la polymérisation de l'amylène C^5H^{10} en diamylène $(C^5H^{10})^2$, soit $11^{Cal},8$, il resterait encore un chiffre très élevé, analogue à ceux que j'ai signalés dans la série quinoléique ([2]) et susceptible des mêmes considérations.

» L'hydrogénation de la pyridine et l'oxydation de la pipéridine sont des réactions exothermiques :

$$C^5H^5Az \text{ liq.} + 3H^2 \text{ gaz.} = C^5H^{11}Az \text{ liq.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 3 \times 15,2$$

$$C^5H^5Az \text{ liq.} + 2H^2 \text{ gaz.} = \tfrac{1}{2}(C^5H^9Az)^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 2 \times 17,8$$

$$C^5H^{11}Az \text{ diss.} + \underbrace{H^2O^2 \text{ liq.}}_{\text{Eau oxygénée.}} = \underbrace{C^5H^{11}AzO \text{ diss.}}_{\text{Aminovaléraldéhyde.}} + H^2O \text{ liq.} \ldots \quad + 35,2 + D$$

D étant la chaleur de dissolution de l'aminovaléraldéhyde.

([1]) *Berichte*, t. XXV, p. 277.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 964.

» Enfin, comme pour les quinoléines, la chaleur de formation de la pyridine est faible et négative. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques bases dérivées de la pipéridine.* Note de M. G. ANDRÉ.

« J'ai soumis à une nouvelle étude les bases qui dérivent de la pipéridine et des carbures éthyléniques, tels que l'éthylène, le propylène et son isomère le triméthylène. La première de ces bases a été déjà l'objet de recherches de la part de Brühl. J'ai également examiné quelques bases oxygénées nouvelles dérivées de la glycérine. Tous ces corps sont biazotés; ceux dérivés des carbures ne renferment pas d'oxygène, ceux dérivés de la glycérine sont oxygénés.

» I. *Dipipéridine-éthylène.* — Cette base a déjà été obtenue par Brühl (*Berichte*, t. IV, p. 739); cet auteur en a également décrit le dibromhydrate. Le dichlorhydrate prend facilement naissance quand on ajoute, à froid, à deux molécules de pipéridine une molécule de chlorure d'éthylène : la réaction se fait peu à peu et le liquide se remplit bientôt de fines aiguilles. A 100°, la réaction est plus rapide, il y a prise en masse par refroidissement et formation d'un magma cristallin. On peut diluer le liquide au début avec de l'alcool absolu. On obtient ainsi un produit d'addition

$$C^2H^4Cl^2(C^5H^{11}Az)^2.$$

Trouvé : Cl = 26,59. Calculé : Cl = 26,39. Ce composé cristallin, ainsi que le dibromhydrate, traité par la potasse aqueuse, fournit la *dipipéridine-éthylène*

$$(C^5H^{10}Az)^2C^2H^4,$$

que l'on prépare très aisément en chauffant pendant une heure, au réfrigérant ascendant, une molécule de bromure d'éthylène et deux molécules de pipéridine en présence d'un excès de potasse aqueuse. On décante ensuite la couche huileuse surnageante, on la sèche sur de la potasse et on la rectifie. La base bout à 261° (H = 760mm). C'est une huile incolore, à odeur faible de pipéridine; sa densité à 0° est égale à 0,9364. Brühl décrit cette base comme étant solide à 4°; je n'ai pu la solidifier, même à — 23°. De même que l'éthylène-diamine, elle forme très facilement avec l'eau un hydrate. Il suffit, en effet, d'en mettre une petite quantité dans un tube à essai (1cc ou 2cc) et d'y ajouter quelques gouttes d'eau, puis de remuer le tout avec une baguette de verre. En promenant le liquide huileux sur les parois du tube, il se forme, à la température ordinaire, peu à peu, des cristaux volumineux d'un hydrate qu'on isole et qu'on sèche sur du papier. Il est plus commode d'abandonner dans un vase en forme de dessiccateur la base mise dans un verre de montre au-dessus d'une couche d'eau. Au bout de quelques jours, on trouve dans le verre de montre de très beaux cristaux de l'hy-

drate : $C^2H^4(C^5H^{10}Az)^2 + 3H^2O$. Trouvé : $C = 57,37$, $H = 12,07$, $Az = 11,18$. Calculé : $C = 57,60$, $H = 12,0$, $Az = 11,20$. Ces cristaux fondent par la chaleur en se dissociant et ils régénèrent les deux composants.

» II. J'ai essayé d'obtenir une base analogue à la précédente en partant du chlorure ou du bromure d'éthylidène et de la pipéridine. Le chlorure d'éthylidène (1 molécule), chauffé avec 2 molécules de pipéridine au réfrigérant ascendant pendant quelques heures, ne fournit qu'un faible précipité cristallin. L'analyse de ce précipité conduit à une formule voisine de $C^2H^4Cl^2(C^5H^{11}Az)^2$, mais la teneur en chlore est un peu plus forte que ne l'indique cette formule, la teneur en carbone plus faible. On a évidemment affaire à un mélange dont je n'ai pu séparer une espèce bien définie. Quand on mélange à froid du bromure d'éthylidène (préparé par l'action du chlorobromure de phosphore sur l'aldéhyde et rectifié plusieurs fois) avec de la pipéridine, l'action est lente, l'échauffement peu considérable. Si l'on chauffe, la réaction commence, le liquide entre en ébullition et laisse déposer, par refroidissement, une masse cristalline jaune, qu'on a reprise par l'alcool absolu. Il se dépose, par évaporation du solvant, des aiguilles rougeâtres assez altérables qui, comme dans le cas du chlorure d'éthylidène, me paraissent être un mélange de plusieurs composés. En traitant, comme plus haut, un mélange de 1 molécule de bromure d'éthylidène fraîchement préparé et de 2 molécules de pipéridine par de la potasse aqueuse au réfrigérant ascendant, on obtient une huile qui, séchée sur de la potasse et rectifiée, se décompose à l'ébullition, à la pression ordinaire et même dans le vide. Entre 160° et 200°, on recueille quelques gouttes seulement d'un liquide rougeâtre. Si, dans cette réaction, une base analogue à celle décrite plus haut prend naissance, cette base est très instable.

» III. J'ai préparé un dérivé propylique nouveau en faisant réagir, au réfrigérant ascendant pendant quinze heures, 1 molécule de bromure de propylène sur 2 molécules de pipéridine en présence d'une solution aqueuse de potasse. On décante la couche huileuse formée, on la sèche sur de la potasse solide. On obtient ainsi un liquide bouillant à 268°-269° ($H = 745^{mm}$), dont la densité à 16° est égale à 0,9225. La formule de cette *dipipéridine-méthyléthylène* est $C^5H^{10}Az.CH(CH^3).CH^2.C^5H^{10}Az$. L'analyse a donné : $C = 73,58$, $H = 12,38$, $Az = 13,73$; la formule demande :

$$C = 74,28, \quad H = 12,39, \quad Az = 13,33.$$

» Cette base, qui ne se solidifie pas dans le chlorure de méthyle bouillant, est presque insoluble dans l'eau. Agitée avec ce liquide en refroidissant, elle semble donner naissance à un hydrate cristallin, relativement stable à basse température, mais qui se dissocie avec une extrême facilité sitôt que la température s'élève un peu. Aussi n'a-t-il pas été possible de fixer sa formule.

» IV. Le bromure de triméthylène et la pipéridine fournissent, quand on traite ce mélange par de la potasse aqueuse à chaud, une base liquide, déjà signalée par A. Töhl (*Berichte*, t. XXVIII, p. 2219), pour laquelle j'ai trouvé, après plusieurs rectifications, un point d'ébullition de 278°-279° ($H = 752^{mm}$). Elle répond à la formule de la *dipipéridine-triméthylène* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH^2.CH^2.C^5H^{10}Az$. Sa densité, à 16°, est égale à 0,9183 ; elle ne se solidifie pas à — 23°. Quand on mélange cette base avec un peu d'eau, qu'on agite en refroidissant et en répartissant le liquide sur les parois du vase, il y a formation de petits prismes transparents très nets. On a égoutté rapidement

ces cristaux dans du papier, car ils se dissocient dès la température ordinaire. L'analyse leur assigne la formule d'un hydrate répondant à peu près à

$$C^3H^6(C^5H^{10}Az)^2 + 8H^2O.$$

Trouvé : C = 43,49, H = 11,71, Az = 7,65 Calculé : C = 44,07, H = 11,86, Az = 7,90.

» V. La dibromhydrine-α (préparée par le procédé de O. Aschan et bouillant à 109°-110° sous 25mm de pression), chauffée avec de la pipéridine en présence de potasse aqueuse pendant douze heures au réfrigérant ascendant, fournit un liquide qui, séché sur de la potasse et rectifié dans le vide, bout à 171°-172° (H = 15mm). Sa densité à 15° est égale à 0,9812. La formule de ce corps, qu'on pourrait appeler *triméthylénol-dipipéridine* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH(OH)CH^2.C^5H^{10}Az$, demande : C = 69,02, H = 11,50, Az = 12,39; on a obtenu : C = 69,15, H = 11,41, Az = 12,44. Cette base donne facilement, ainsi que la suivante, un chloroplatinate très bien cristallisé.

» VI. La dibromhydrine-β (préparée au moyen du brome et de l'alcool allylique et bouillant à 114°-115° sous 17mm) fournit, dans les mêmes conditions, une base liquide, la *méthyloléthylène-dipipéridine* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH.(CH^2.OH).C^5H^{10}Az$, dont la densité à 15° est égale à 0,9877. Elle bout à 178°-180° (H = 23mm) et donne à l'analyse les chiffres suivants : C = 68,59, H = 11,55, Az = 12,63. Aucune de ces deux dernières bases ne fournit d'hydrate, par agitation prolongée et refroidissement, au contact de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés bromés de la morphine.* Note de M. H. Causse, présentée par M. H. Moissan.

« Si l'on applique à la morphine les procédés de bromuration généralement employés, on n'obtient que des dérivés de couleur jaune plus ou moins foncée, amorphes, mal définis, représentant des produits d'addition de la morphine tétrabromée, avec une ou deux molécules de brome. Ils cèdent l'élément halogène à divers réactifs et en particulier à l'hyposulfite de soude, pour se transformer en un composé cristallisé ayant la même composition que le bromhydrate de morphine tétrabromée, mais des propriétés différentes; pour cette raison nous l'avons appelé *bromhydrate de tétrabromomorphine*.

» Lorsque la bromuration a lieu en présence de l'acide bromhydrique concentré et dans les conditions que nous définissons plus loin, il se forme deux dérivés bromés incolores, cristallisés; l'un d'eux répond à la même formule que le précédent et, pour les distinguer, nous l'avons désigné sous le nom de *tétrabromomorphine-α*.

» Bromhydrate de tétrabromomorphine-α $C^{17}H^{15}Br^4AzO^3,HBr$. — On introduit dans un ballon 200gr d'acide bromhydrique de D = 1,5 et 10gr de morphine, on chauffe

au bain-marie bouillant; l'alcaloïde se dissout lentement en presque totalité, le faible résidu disparaît lors de l'addition du brome, puis on verse par petites portions la solution suivante :

HBr...... 80gr Br...... 20gr.

Chaque addition détermine la formation d'une coloration jaune suivie d'un précipité de même couleur; l'un et l'autre disparaissent rapidement au début; mais, à mesure que la proportion de brome augmente, la solubilité du précipité diminue et finalement devient très pénible. Ce momemt coïncide avec l'introduction des deux tiers de la solution bromée et marque la fin de la réaction; on décante et, par le refroidissement, se dépose une volumineuse cristallisation. Le magma cristallin est évaporé, étalé sur une plaque poreuse et abandonné dans la cloche à potasse jusqu'à ce qu'il soit devenu friable, ensuite desséché à une douce chaleur.

» Lorsqu'il n'émet plus de vapeurs, on le traite par l'alcool méthylique anhydre bouillant : il se dissout d'abord totalement et bientôt se déposent des cristaux incolores qui sont séparés, lavés et séchés. Ainsi obtenus, les cristaux fondent à 218° et donnent à l'analyse :

C....	29,1-29,0	Az....	1,81	Br....	58,4-58,2.
Calculé : C....	29,9	Az....	2,00	Br....	58,6.

» La détermination cryoscopique faite comparativement avec la morphine conduit au nombre 678; la théorie indique 682.

» *Propriétés.* — Le bromhydrate de tétrabromomorphine est insoluble dans l'eau froide, l'alcool méthylique, le chloroforme, assez soluble dans l'eau bouillante et l'alcool ordinaire; les solutions dévient le plan de polarisation; l'alcoolate de sodium, l'oxyde d'argent lui enlèvent une partie du brome et laissent une substance en aiguilles jaunes ayant les propriétés des quinones. Mis en suspension dans l'eau chaude et versé lentement dans vingt fois son poids de lessive de soude bouillante, il noircit et donne un gaz alcalin à odeur de méthylamine; la masse, reprise par l'eau puis acidulée, ne cède à l'éther que du phénol caractérisé par sa transformation en tribromophénol.

» Bromhydrate de tétrabromomorphine-β. — Tous les produits d'addition obtenus par l'action du brome sur une solution chloroformique éthérée ou aqueuse de morphine, mis en digestion avec une solution étendue d'hyposulfite de soude, se transforment en dérivé β.

» On le prépare facilement en versant avec précaution de l'eau oxygénée ou du permanganate de potassium dans l'eau-mère qui a abandonné l'isomère α. Il se dépose un précipité jaune volumineux qui se résout en quelques jours en petits cristaux. Ceux-ci, séparés, lavés et séchés, donnent à l'analyse :

C.... 28,9 Br.... 59,1 Calculé : C.... 29,9 Br.... 58,6

» *Propriétés.* — L'isomère β est en cristaux jaunes infusibles, insolubles dans l'eau froide, solubles en toute proportion dans l'alcool méthylique, éthylique et l'acétone. L'oxyde d'argent lui enlève la totalité du brome et l'on obtient une substance brune amorphe. Traité par la lessive de soude comme l'isomère α, il est entièrement détruit et laisse des traces de phénol.

» TÉTRABROMOMORPHINE $C^{17}H^{15}Br^{4}AzO^{3}, 2H^{2}O$. — On l'obtient en précipitant la solution aqueuse de bromhydrate-α par le carbonate sodique et en purifiant le produit par cristallisation dans l'alcool.

» La tétrabromomorphine est très difficile à obtenir incolore; le plus souvent elle se dépose colorée en bleu ou en violet, quelles que soient les précautions prises; elle est infusible et susceptible de fonctionner comme base ou acide; ce dernier caractère est très certainement dû à la présence de 4 atomes de brome.

» Desséchée à + 100°, elle a donné à l'analyse :

C... 31,1 Br... 50,4 Calculé : C... 32,0 Br... 50,0

» SULFATE DE TÉTRABROMOMORPHINE $(C^{17}H^{15}Br^{4}AzO^{3})^{2}SO^{4}H^{2}, H^{2}O$. — On le prépare en versant de l'acide sulfurique étendu dans une solution de bromhydrate-α faite à chaud et refroidie.

» Cristaux microscopiques, infusibles, insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, donnant à l'analyse :

$SO^{4}H^{2}$... 12,0 Br.... 40,5 Calculé : $SO^{4}H^{2}$.... 12,2 Br.... 40,00

» OXALATE DE TÉTRABROMOMORPHINE. — S'obtient par l'action d'une solution d'oxalate acide de potassium sur le bromhydrate-α. Cristaux incolores, insolubles dans l'eau et l'alcool.

» COMBINAISON BARYTIQUE : $C^{17}H^{14}Br^{4}AzO^{3}\frac{BaO}{2}, H^{2}O$. — Se forme lorsqu'on verse de l'eau de baryte ou du chlorure de baryum ammoniacal dans la solution aqueuse du dérivé α.

» Petits cristaux incolores, s'altérant légèrement par la dessiccation, insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool et surtout l'acétone. Desséchés à + 100°, ils ont donné à l'analyse :

C... 28,6 Br... 45,2 Ba... 9,9 Calculé : C... 29,4 Br... 46,0 Ba... 9,74

» BROMHYDRATE DE TÉTRABROMOMORPHINE $(C^{17}H^{16}Br^{3}AzO^{3}), HBr$. — Se trouve en solution dans l'alcool méthylique qui a abandonné le bromhydrate-α. On évapore, il reste une masse poisseuse verte qui est desséchée, reprise par l'alcool anhydre et précipitée par l'éther. Cristaux difficiles à obtenir, incolores, fusibles à 178°, donnant à l'analyse :

C... 33,0 Br... 52,3 Calculé... 33,8 Br... 53,0

» Par l'action de l'eau de baryte sur la solution aqueuse, on n'obtient pas de combinaison barytique définie, mais une poudre verte amorphe à teneur variable en baryum.

» *Conclusions.* — La substitution bromée de la morphine, en tant que composé défini, semble limitée au quatrième degré; ce résultat concorde avec des essais d'oxydation que nous publierons ultérieurement. Lorsque

la bromuration a lieu en présence de l'acide bromhydrique concentré, l'action du brome est régulière et aboutit à des composés cristallisés; enfin la tétrabromomorphine fonctionne nettement comme base ou acide; cette dernière propriété ne se retrouve pas avec la tribromomorphine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles diuréthanes aromatiques de la pipérazine.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire précédent, nous avons décrit des diuréthanes aromatiques de la pipérazine correspondant à la formule générale

$$\begin{array}{ccccc} & & CH^2 & & CH^2 \\ & Az & & & Az \\ CO & & CH^2 & CH^2 & & CO \\ & OR & & & RO \end{array}$$

et obtenues par ébullition, au sein de l'alcool à 93°, de 1 molécule de carbonate phénolique avec 1 molécule de pipérazine (¹).

» Nous avons signalé ainsi les dérivés phénylique, gaïacolique, naphtoliques α et β.

» Nous complétons aujourd'hui cette série par la description des dérivés du phénol orthochloré, du thymol, des crésols ortho, méta et para.

» *a. Diuréthane phénylique orthochlorée de la pipérazine.* — On chauffe 10^{gr} de pipérazine avec 30^{gr} de carbonate de phénol orthochloré, soit molécule à molécule, avec 100^{cc} d'alcool à 93°. La réaction est très rapide. Quelques minutes d'ébullition suffisent pour qu'un précipité de diuréthane peu soluble apparaisse. On chauffe pendant une demi-heure pour achever la réaction.

» On recueille un dépôt cristallin d'une grande blancheur, peu soluble dans l'alcool, qu'on fait recristalliser à chaud. Les petits cristaux formés par refroidissement commencent à fondre à 165°. La fusion n'est complète qu'à 172°. Ils sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, solubles dans la benzine et la nitrobenzine, très solubles dans le chloroforme.

» L'analyse élémentaire a donné

Az pour 100 7,25

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX-XX, 3e série, p. 185.

» La formule

$$\begin{array}{c} \quad\quad Az\begin{array}{l}\diagup C^2\ H^4 \diagdown \\ \diagdown C^2\ H^4 \diagup\end{array}Az \\ CO \diagup \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \diagdown CO \\ \diagdown OC^6H^4Cl \quad C^6H^4ClO \diagup \end{array}$$

exige

Az pour 100 7,08

» Cette diuréthane, comme toutes celles dont la description va suivre, se forme suivant un processus identique : apparition de l'uréthane moins soluble avec formation de phénol restant en solution dans l'alcool, combiné à l'excès de pipérazine. Une analyse élémentaire poussée plus loin nous a paru absolument superflue.

» *b. Diuréthane thymolique de la pipérazine.* — Nous avons fait bouillir pendant vingt-quatre heures, au réfrigérant ascendant, 10gr de pipérazine avec 40gr de carbonate de thymol au sein de 100cc d'alcool à 93°. Nous avons concentré aux $\frac{2}{3}$ au bain-marie, puis nous avons soumis au froid. Il s'est déposé des cristaux que nous avons repris par l'alcool bouillant. Une deuxième cristallisation dans l'alcool donne un corps très blanc qui fond à 139°-140°, qui est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, soluble dans la nitrobenzine et la benzine.

» L'analyse élémentaire a donné Az pour 100 = 6,42. La théorie exige 6,39 pour 100, ce qui correspond à la formule

$$\begin{array}{c} \quad\quad Az\begin{array}{l}\diagup C^2H^4 \diagdown \\ \diagdown C^2H^4 \diagup\end{array}Az \\ CO \diagup \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \diagdown CO. \\ \diagdown OC^6H^3 \begin{array}{c} C^3H^7 \\ CH^3 \end{array} \quad \begin{array}{c} C^3H^7 \\ CH^3 \end{array} C^6H^3O \diagup \end{array}$$

» *c. Diuréthane crésylique ortho de la pipérazine.* — Ce corps a été obtenu en chauffant molécule à molécule le carbonate de crésol ortho avec la pipérazine au sein de l'alcool à 93°, comme précédemment : 10gr base, 30gr carbonate et 100cc d'alcool. L'opération a été faite en chauffant deux heures au réfrigérant ascendant.

» La diuréthane ne se dépose pas par refroidissement; on concentre aux $\frac{2}{3}$ et l'on expose au froid. Les cristaux obtenus sont cristallisés deux fois dans l'alcool. Ils fondent à 135°, sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther et la nitrobenzine, très solubles dans le chloroforme et la benzine.

» L'analyse élémentaire a donné Az pour 100 = 7,81. La théorie exige

Az pour 100 = 7,90.

correspondant à la formule

$$\begin{array}{c} \quad\quad Az\begin{array}{l}\diagup C^2H^4 \diagdown \\ \diagdown C^2H^4 \diagup\end{array}Az \\ CO \diagup \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \diagdown CO. \\ \diagdown \underset{1}{O}.C^6H^4.\underset{2}{CH^3} \quad \underset{2}{CH^3}.C^6H^4.\underset{1}{O} \diagup \end{array}$$

» *d. Diuréthane crésylique méta de la pipérazine.* — Ce dérivé méta a été obtenu dans les mêmes conditions que le dérivé ortho, en recourant au carbonate de crésol méta.

» Il fond à 138°-139° après s'être ramolli à 123°. Il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et dans l'éther, soluble dans la nitrobenzine, très soluble dans le chloroforme et la benzine.

» L'analyse a donné Az pour 100 = 7,90. La théorie exige Az pour 100 = 7,90 et correspond à la formule

$$CO\begin{cases} Az\begin{cases} C^2H^4 \\ C^2H^4 \end{cases}Az \\ O.C^6H^4.CH^3 \quad CH^3.C^6H^4.O \\ \quad 1 \qquad\quad 3 \qquad 3 \qquad\quad 1 \end{cases}CO.$$

» *e. Diuréthane crésylique para de la pipérazine.* — Ce dérivé a été obtenu, comme ses isomères, en chauffant molécule à molécule la base et le carbonate de crésol para au sein de l'alcool à 93° : 10gr de base, 30gr de carbonate et 100cc d'alcool.

» Au bout de quelques minutes d'ébullition, cette diuréthane, très peu soluble dans l'alcool bouillant, se précipite sous la forme de petits cristaux pailletés d'une grande blancheur. Ce dérivé fond à 238°, c'est-à-dire beaucoup plus haut que ses congénères. Il est peu soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, la nitrobenzine; très soluble dans le chloroforme.

» L'analyse a donné Az pour 100 = 7,88; pour théorie 7,90 correspondant à la formule

$$CO\begin{cases} Az\begin{cases} C^2H^4 \\ C^2H^4 \end{cases}Az \\ O.C^6H^4.CH^3 \quad CH^3.C^6H^4.O \\ \quad 1 \qquad\quad 4 \qquad 4 \qquad\quad 1 \end{cases}CO.$$

» *f.* Ces diuréthanes de la pipérazine, comme celles précédemment décrites ([1]), présentent toutes une grande stabilité. Si la potasse concentrée au delà de 100° les décompose, l'ammoniaque en solution alcoolique ne les altère pas au-dessous de 200°. Au delà de 200° la décomposition est profonde, sans que nous ayons pu encore isoler le corps prévu par la théorie, sorte de diurée de la pipérazine :

$$CO\begin{cases} Az\begin{cases} C^2H^4 \\ C^2H^4 \end{cases}Az \\ AzH^2 \qquad AzH^2 \end{cases}CO.$$

» Nous avons fait réagir l'acide sulfurique concentré sur la diuréthane phénylique de la pipérazine. Trois parties d'acide sulfurique à 66° ont été chauffées avec une partie de diuréthane. Au delà de 100° la réaction devient très vive. La température s'élève brusquement à 160°. Il se dégage de l'acide carbonique et de l'azote. L'acide sulfurique ne noircit pas. Après saturation par le carbonate de baryte du produit de la réaction étendu d'eau, on isole du *phénolorthosulfoné barytique* produit en quantité théorique. Il ne s'est pas formé d'ammoniaque dans la réaction.

» Nous n'avons pu obtenir, d'ailleurs, non plus du sulfate de pipérazine.

([1]) *Bulletin de la Société chimique* (*loc. cit.*).

» Cette dernière est décomposée, sans aucun doute, en azote et en éthylène dans les conditions où nous avons opéré.

» Cette action de l'acide sulfurique concentré mérite d'être poursuivie sur toutes les diuréthanes aromatiques. La sulfo-conjugaison du groupe phénolique est à prévoir comme pour la diuréthane phénylique. Non seulement la fixation, mais la position du groupe SO^3H sera intéressante à enregistrer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur le chlorure d'éthylène en présence du chlorure d'aluminium. Chloruration de l'acétylène* [1]. Note de **M. A. Mouneyrat**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1519; 1898) que le chlorure d'aluminium doit, dans la série grasse, sa puissante action chlorurante à la propriété qu'il possède de créer sur les corps chlorés de cette série des liaisons éthyléniques doubles.

» Afin de connaître la constitution des produits résultant de la chloruration de ($CH^2Cl - CH^2Cl$) en présence de cet agent de synthèse, il était nécessaire d'étudier d'abord l'action du chlorure d'aluminium seul sur le chlorure d'éthylène.

» A cet effet 200^{gr} de chlorure d'éthylène parfaitement sec sont placés avec 25^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre et pulvérisé dans un ballon de 250^{cc} de capacité également bien privé d'eau et surmonté d'un réfrigérant ascendant. En portant, à l'aide d'un bain-marie, le ballon à la température de 70°-75°, on obtient un abondant dégagement d'acide chlorhydrique et d'un gaz que la potasse ne peut retenir.

» Ce dernier gaz, dirigé dans un tube, sur les parois duquel l'on a versé du chlorure cuivreux ammoniacal, donne un précipité rouge; de plus ce gaz est absorbé par le brome pour former du tétrabromure d'acétylène

$$(CHBr^2 - CHBr^2).$$

Ce gaz est donc de l'acétylène dont la formation s'explique par le départ, sous l'influence du chlorure d'aluminium, de deux molécules d'acide chlorhydrique, d'une molécule de chlorure d'éthylène, ainsi que l'indiquent les équations (1) et (2).

$$(1)\quad CH^2Cl - CH^2Cl + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 + 2HCl,$$

$$(2)\quad AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 = (AlCl^3)^2 + CH \equiv CH.$$

(1) Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

» Si dans le mélange précédent porté à 70°-75°, on fait arriver un courant de chlore parfaitement sec, ce gaz est en partie absorbé. En projetant le contenu du ballon dans l'eau chlorhydrique, lorsque cette absorption cesse, on obtient une huile noirâtre, d'odeur chloroformique, laquelle, entraînée à la vapeur d'eau, séchée et distillée, donne : entre 80°-90° du $CH^2Cl - CH^2Cl$ inaltéré, entre 130°-136 du tétrachloréthane dissymétrique $CH^2Cl - CCl^3$, enfin entre 145°-147° une notable quantité de tétrachlorure d'acétylène $CHCl^2 - CHCl^2$. Ce dernier corps résulte évidemment de la fixation du chlore sur l'acétylène résultant de la décomposition de $CH^2Cl - CH^2Cl$ en présence de $AlCl^3$

$$CH \equiv CH + Cl^4 = CHCl^2 - CHCl^2.$$

Dans l'expérience précédente, c'est-à-dire dans la chloruration de l'acétylène naissant, je n'ai jamais eu d'explosion; or, on sait que le chlore et l'acétylène détonent souvent lorsqu'on les mélange dans les conditions ordinaires.

» En présence de ces faits, il était naturel de se demander si c'était au chlorure d'éthylène ou au chlorure d'aluminium qu'on devait attribuer la chloruration de l'acétylène sans explosion. J'ai, pour m'en assurer, répété l'expérience précédente en supprimant le chlorure d'aluminium et ne conservant que le chlorure d'éthylène. Les mêmes phénomènes que tout à l'heure se sont produits, et, en prenant les mêmes précautions, je n'ai eu aucune explosion. Dans une autre expérience, j'ai placé, dans le ballon où s'effectuait la chloruration, du tétrachlorure de carbone CCl^4, et j'ai supprimé à la fois le chlorure d'aluminium et le chlorure d'éthylène. Encore dans ce cas il y a eu chloruration de l'acétylène sans explosion. J'en conclus que ni le chlorure d'éthylène, ni le chlorure d'aluminium ne sont les corps qui empêchent l'explosion d'un mélange de chlore et d'acétylène. Ayant remarqué que des flammes se produisaient dans le ballon à chloruration, dès l'arrivée de l'acétylène, j'étais conduit à supposer que ces flammes étaient dues à l'air contenu dans le tube amenant ce gaz. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai fait arriver dans des tubes d'essai, remplis d'eau distillée bouillie salée, afin de la priver d'air, d'abord de l'acétylène bien exempt d'oxygène, puis du chlore également dépourvu d'oxygène. Dans ces conditions, ces deux gaz se combinent sans explosion pour donner des gouttelettes huileuses de tétrachlorure d'acétylène. Si l'on répète l'expérience précédente en laissant une bulle d'air dans le tube d'essai, il y a détonation avec flamme et dépôt de charbon dès que la première bulle de

chlore arrive au contact de l'acétylène. Ces deux expériences, répétées sur de plus grands volumes de gaz, donnent les mêmes résultats.

» 1° J'en conclus qu'un mélange de chlore et d'acétylène exposé à la lumière diffuse se combine toujours sans explosion pour donner du tétrachlorure d'acétylène, pourvu que ce mélange ne renferme pas d'oxygène libre ou de gaz susceptible d'en fournir.

» 2° Un mélange de chlore et d'acétylène fait au contraire explosion si ce mélange renferme de l'oxygène libre ou des gaz susceptibles d'en fournir.

» En un mot, on voit que la présence de l'oxygène est nécessaire et suffisante pour qu'il y ait explosion. Cette explosion me paraît due à l'acétylène monochloré $CH \equiv CCl$, qui prend feu directement à l'air.

» Comme conséquence des deux conclusions auxquelles je suis arrivé précédemment, on doit s'arranger, pour préparer ($CHCl^2 - CHCl^2$) par fixation directe du chlore sur l'acétylène, de façon à exclure toute trace ou toute rentrée d'oxygène dans le vase où s'effectue le mélange des deux gaz.

» En prenant les précautions que j'ai indiquées (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX-XX, p. 453) on a un bon moyen de préparation du tétrachlorure d'acétylène.

» Le pouvoir chlorurant du chlorure d'aluminium ne semble pas dépendre de la quantité de ce dernier agent de synthèse ajouté à la substance à chlorer. Ce pouvoir, ainsi que l'indique la préparation de $CCl^3 - CCl^3$ par chloruration de $CHCl^2 - CHCl^2$, paraît surtout être fonction de la température à laquelle s'effectue la réaction. C'est ainsi que, si l'on fait arriver, dans un ballon (contenant du chlorure d'acétylène $CHCl^2 - CHCl^2$ 250gr, et du chlorure d'aluminium anhydre et pulvérisé 30gr) surmonté d'un réfrigérant ascendant et porté à 100°, un courant de chlore sec, cet halogène n'est pas ou est peu absorbé. Si l'on porte au contraire le ballon à 118°-120°, l'absorption est rapide et tout le $CHCl^2 - CHCl^2$ est bientôt transformé en hexachloréthane avec dégagement de gaz chlorhydrique :

$$(1)\quad CHCl^2 - CHCl^2 + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 - CCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + 2HCl,$$
$$(2)\quad AlCl^2 - CCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + Cl^4 = (AlCl^3)^2 + CCl^3 - CCl^3.$$

» On voit que, grâce au chlorure d'aluminium, on peut, par voie directe et d'une façon pratique, remplacer tous les atomes d'hydrogène de l'éthane par du chlore.

» Si, au lieu de faire arriver du chlore en présence du chlorure d'alumi-

nium sur un corps déjà chloré de la série grasse, nous ajoutons du brome, nous tomberons sur un corps chlorobromé.

» C'est ainsi que le tétrachlorure d'acétylène, additionné de chlorure d'aluminium et de brome à la température de 105°, fournit du dichlorodibrométhane $CHClBr - CHClBr$ et du trichlorotribrométhane $C^2Cl^3Br^3$. Ce dernier corps paraît avoir la constitution $CCl^2Br - CBr^2Cl$ et semble résulter des réactions exprimées par les équations :

$$(1)\qquad CHCl^2 - CHCl^2 + AlCl^3 = CHCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl,$$

$$(2)\qquad CHCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 = AlCl^3 + CHCl - CCl^2,$$

$$(3)\qquad CHCl - CCl^2 + Br^4 = CBr^2Cl - CBrCl^2 + HBr. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide tétraméthylglutarique symétrique* (1). Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. Friedel.

« M. Reformatsky a montré que le formiate d'éthyle réagit sur 2 molécules d'éther α-bromopropionique en présence du zinc pour donner l'acide αα-diméthyl-β-oxyglutarique. J'avais pensé qu'en employant successivement 2 molécules d'éthers halogénés différents il serait possible d'obtenir des dérivés alcoylés dissymétriques de l'acide β-oxydiméthylglutarique. A partir du bromoisobutyrate et du bromacétate d'éthyle, on aurait eu les réactions suivantes :

$$HCO - OC^2H^5 + Zn + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CBr - CO^2C^2H^5$$
$$= \begin{matrix} C^2H^5O \\ ZnBrO \end{matrix}\!\!>CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5,$$

$$\begin{matrix} C^2H^5O \\ ZnBrO \end{matrix}\!\!>CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5 + Zn + CH^2Br - CO^2C^2H^5$$
$$= C^2H^5O - ZnBr + \begin{matrix} C^2H^5 - CO^2 - CH^2 \\ ZnBr - O \end{matrix}\!\!>CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Ce dernier éther, décomposé par l'acide sulfurique étendu, aurait donné l'éther αα-diméthyl-β-oxyglutarique.

» En réalité, il n'en est pas ainsi; 2 molécules d'éther bromoisobutyrique réagissent simultanément sur 1 molécule de formiate d'éthyle et l'on

(1) Travail fait au laboratoire de M. le Professeur Friedel.

obtient l'éther β-oxytétraméthylglutarique symétrique. Il reste, dès lors, dans le produit de la réaction un excès de formiate d'éthyle qui, réagissant sur l'éther bromacétique, donne d'abord le dérivé organométallique suivant :

$$\begin{array}{c} CH^2 - CO^2R \\ H - C - O - C^2H^5. \\ O - ZnBr \end{array}$$

» Ce dérivé correspond, comme on le voit, à l'éther propanaloïque 1.3, qui, on le sait, est instable et se condense avec formation d'éther trimésique

$$3CHO - CH^2 - CO^2C^2H^5 = 3H^2O + C^6H^3(CO^2 - C^2H^5)^3.$$

» On trouve également, dans les produits de cette réaction, un corps à fonction aldéhydique répondant probablement à la formule

$$CHO - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5$$

et résultant de l'action à molécules égales de l'éther bromoisobutyrique sur le formiate d'éthyle. Mais ce composé n'existe qu'en très faible proportion et n'a pu être isolé.

» *Partie expérimentale.* — 60^{gr} de formiate d'éthyle sont placés dans un ballon avec 100^{gr} de zinc en tournure mince. On y ajoute une partie de l'éther bromoisobutyrique et l'on amorce la réaction par addition d'un peu de couple zinc-cuivre ou par chauffage. Lorsque la réaction s'est produite, on ajoute à nouveau de l'éther bromé et l'on continue de même jusqu'à utilisation de la totalité de cet éther (150^{gr}). On ajoute alors l'éther bromacétique en opérant d'une manière analogue et l'on complète la réaction en chauffant pendant deux heures au bain-marie.

» Le produit pâteux, ainsi obtenu, est décomposé par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ et l'huile qui se sépare lavée avec la même solution, quatre à cinq fois. On sèche alors et l'on fractionne dans le vide.

» Les premières portions, qui passent avant 150° sous 18^{mm}, renferment de l'éther isobutyrique. Elles possèdent en outre les réactions des aldéhydes et fournissent avec le gaz ammoniac, en solution éthérée, un précipité blanc peu abondant qui disparaît très rapidement tandis que se forment des gouttes d'eau. Comme le bisulfite de sodium ne donne pas de combinaison cristallisée, il m'a été impossible d'isoler le corps à fonction aldéhydique, qui semble d'ailleurs n'exister qu'en très faible quantité.

» La portion bouillant de 150° à 160° est constituée par l'éther tétraméthyl-β-oxyglutarique symétrique. Saponifié par la potasse, cet éther fournit l'acide correspondant qu'on fait cristalliser, non sans difficulté d'ailleurs, dans un mélange de benzène et d'éther acétique. Cet acide fond à 169°-170°. Traité par le chlorure d'acétyle, il fournit l'anhydride du dérivé acétylé correspondant qui cristallise facilement, dans un mélange d'éther, de pétrole et de benzène, en prismes fondant à 90°.

» Cet anhydride, dissous dans le benzène et additionné d'aniline, donne un dérivé phénylamidé qui cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fusibles à 157°; le dérivé phénylamidé perd lui-même, sous l'influence de la chaleur, une molécule d'eau et se transforme en un anile correspondant qui fond à 178°.

» L'anhydride acétoxytétraméthylglutarique se transforme par ébullition avec l'eau en acide cristallisant facilement en prismes fusibles à 171°.

» Enfin, l'acide β-oxytétraméthylglutarique, chauffé à 135° avec de l'acide iodhydrique saturé à 0°, est réduit et transformé en acide tétraméthylglutarique symétrique qui fond à 113°.

» On peut d'ailleurs obtenir directement l'éther β-oxytétraméthylglutarique en faisant réagir deux molécules d'éther bromoisobutyrique sur une molécule de formiate d'éthyle en présence du zinc, ce qui vérifie l'interprétation donnée à la réaction précédente.

» Les produits éthérés, restés dans l'appareil distillatoire, fournissent, par saponification, de l'acide trimésique.

» Je me propose de généraliser la réaction précédente en l'appliquant non seulement à l'éther formique, mais encore aux éthers acétique et oxalique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison cristallisée de l'acétylène avec le chlorure cuivreux.* Note de M. **Chavastelon**.

« Lorsque, en vue de la préparation de l'acétylène pur, on verse de l'acide chlorhydrique sur de l'acétylure de cuivre humide, on observe la dissolution de ce dernier sans dégagement appréciable de gaz, si l'on a pris soin de refroidir le mélange durant l'opération; sous l'influence de la chaleur, en effet, de l'acétylène est produit.

» Il faut donc admettre la formation temporaire, dans ces conditions, d'une combinaison, que la chaleur détruit, de l'acétylène avec le chlorure

cuivreux résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde cuivreux de l'acétylène. J'ai depuis longtemps ([1]) annoncé l'existence, à l'état cristallisé, d'une telle combinaison; son étude a été particulièrement laborieuse.

» Ce composé d'acétylène et de chlorure cuivreux prend naissance par l'action d'un courant d'acétylène pur :

» 1° Sur une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux;

» 2° Sur une solution aqueuse ou alcoolique de chlorure cuivrique en présence du cuivre.

» Les cristaux volumineux, à arêtes bien nettes, formés dans le premier milieu, conviennent mieux pour l'étude que les aiguilles soyeuses et feutrées, qui, dans le second, habillent les lames de cuivre. On évite de plus, dans le premier procédé, la formation, au début de l'action de l'acétylène, d'un dépôt violet pourpre, qui apparaît dans le deuxième et sur lequel je reviendrai.

» On obtient un rendement satisfaisant en employant dans le premier cas une solution saturée de Cu^2Cl^2 cristallisé dans l'acide chlorhydrique à des concentrations variant de $HCl + 10H^2O$ à $HCl + 7H^2O$, dans le deuxième des solutions de $CuCl^2$ de 20 à 40 pour 100.

» Si, enfin, on maintient au voisinage de 10°, sans dépasser 12°, la solution chlorhydrique de Cu^2Cl^2, on voit, au bout de quelques heures, apparaître, perchés en général sur les fragments brillants de tournure de cuivre, de petits cristaux incolores qui grossissent lentement pour atteindre, après un jour ou deux, 5^{mm} à 6^{mm} de longueur. Ils se présentent sous la forme de prismes hexagonaux dérivés du système orthorhombique.

» Retirés de la liqueur mère et essuyés, ils s'altèrent aussi bien dans l'acide carbonique ou l'azote que dans l'air sec ou humide.

» Pour les isoler, il faut, après décantation du liquide, les laver immédiatement et rapidement à l'alcool absolu puis à l'éther anhydre, refroidis à 0° et saturés d'acétylène. On les dessèche ensuite dans un courant d'acétylène sec. Recueillis dans ces conditions rigoureuses, les cristaux conservent leur transparence et restent incolores.

» Sous l'influence de la chaleur, ils se dissocient sans explosion, et les tensions à différentes températures sont :

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIV, 14 juin 1897.

Température.	Tension en millimètres.
0°	3
20	25
30	50
40	131
46	220
60	480
78	2620

» Leur composition répond à la formule

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.$$

» Ils contiennent, en effet :

	Cu pour 100.	Cl pour 100.	C^2H^2 en volume à 0° et 760mm.
Nombres théoriques	56,5	31,8	10000cc (en chiffres ronds)
Nombres trouvés.	56,7	32	9600cc

» Pour des combinaisons de plus en plus riches en Cu^2Cl^2 on aurait

	Cu pour 100.	Cl pour 100.	C^2H^2.
$(Cu^2Cl^2)^2C^2H^2$	60	33,8	5300cc
$(Cu^2Cl^2)^3C^2H^2$	61	34,5	3600
$(Cu^2Cl^2)^4C^2H^2$	61,1	34,4	2700

chiffres théoriques qui établissent nettement l'importance du dosage de l'acétylène en volume.

» Au contact de l'eau seule ou chargée de chlorures alcalins les cristaux sont immédiatement décomposés avec perte d'acétylène et apparition d'un précipité violet pourpre. J'expliquerai prochainement le mécanisme de ces réactions en décrivant des combinaisons doubles cristallisées que forme l'acétylène avec le chlorure cuivreux et les chlorures alcalins.

» L'ammoniaque les transforme en acétylène rouge.

» Le composé décrit plus haut est donc différent de celui annoncé par MM. Hofmann et Kuspert et que je n'ai pas su obtenir ([1]). »

([1]) *Zeit. anorg. Ch.*, t. XV, p. 204-207.

ANATOMIE. — *Sur le palmaire cutané et son évolution.* Note de M. A. Cannieu, présentée par M. Bouchard.

« Dans le cours de mes dissections, j'ai rencontré trois fois des particularités intéressantes présentées par le palmaire cutané. Ces particularités me démontrant que l'on ne pouvait considérer ce muscle comme un peaucier véritable, j'ai recherché si ses caractères histologiques et embryologiques venaient ou non corroborer cette idée.

» Voici ces trois observations et le résultat de ces recherches.

» Dans un premier cas, j'ai observé que l'extrémité interne des fibres du palmaire cutané ne s'insérait point à la face profonde du derme comme normalement. Les faisceaux musculaires se terminaient par de petits tendons qui venaient se perdre en s'enchevêtrant dans l'aponévrose qui recouvre la partie interne des muscles de l'éminence hypothénar. Nous avions affaire à un homme dont la musculature générale paraissait excessivement développée.

» Sur deux autres mains ([1]), dont l'une a été présentée à la Société d'Anatomie de Bordeaux, en 1896, les fibres du palmaire cutané étaient divisées, quant à leur insertion, en trois faisceaux bien distincts. L'inférieur s'insérait au derme; le moyen, comme plus haut, sur l'aponévrose du court abducteur du petit doigt, sur le bord interne de la main; et le supérieur sur le pisiforme.

» Quant à nos recherches histologiques et embryologiques, elles nous ont amené à établir les faits suivants : le palmaire cutané non seulement apparaît après la masse musculaire unique qui formera plus tard les muscles de l'éminence thénar et hypothénar, comme on peut le voir sur nos coupes, mais encore après que ces masses ont commencé à se différencier pour former les différents muscles qu'on observe en ces deux régions. (Embryons de cinq semaines à trois mois.)

» Le palmaire cutané se conduit donc vis-à-vis de l'éminence hypothénar autrement que le peaucier du cou de l'homme, ou celui qui recouvre le corps des animaux, puisqu'il apparaît après ces derniers au milieu du mésenchyme et que tous les muscles sous-jacents ne proviennent point de

([1]) Testut, Poirier et Ledouble citent des cas où le palmaire cutané prenait insertion sur le pisiforme.

lui par différenciation successive, dans le cours du développement ontogénique.

» Sur des coupes de quatre mois à quatre mois et demi et sur des dissections de mains du même âge, on observe au milieu du tissu muqueux des fibres musculaires d'autant plus nombreuses qu'on se rapproche davantage de la première rangée du carpe.

» C'est au niveau de ces os (embryons de deux mois) qu'apparaissent également les premières fibres musculaires. A cet âge, le palmaire cutané commence à se former par l'apparition de ses faisceaux supérieurs. Ce n'est que vers 5 mois ou 5 $\frac{1}{2}$ mois qu'il se présente avec les principaux caractères qu'il possède chez l'adulte. Le palmaire cutané n'est donc pas un muscle qui se développe dans les derniers temps de la vie intra-utérine et dans l'enfance, comme certains l'ont prétendu.

» Les préparations histologiques des tissus de l'éminence hypothénar de mains d'embryons de 4 à 5 mois et de mains d'adulte, où le muscle présente ses insertions internes normales, permettent d'observer que les fibres les plus profondes s'insèrent sur la partie interne de l'aponévrose du court abducteur du petit doigt, tandis que les autres prennent insertion sur la peau. Les faits anatomiques plus haut relatés ne seraient donc que l'exagération de dispositions normales pour les fibres les plus profondes de ce muscle.

» Aussi bien chez l'adulte que chez l'embryon, les fibres du palmaire cutané prennent leur insertion d'une façon tout autre que les véritables peauciers. Ces derniers, d'après Podwyssozky (1889), s'insèrent par de petits tendons à la partie supérieure du derme ou même sur les assises inférieures de l'épiderme. Nous n'avons jamais observé pareilles insertions pour le palmaire cutané : les faisceaux musculaires se terminent par de petits tendons, qui vont se perdre non loin de la face profonde du derme.

» Toutes ces observations montrent bien, me semble-t-il, qu'on ne doit point considérer le palmaire cutané comme un véritable peaucier. »

ZOOLOGIE. — *Classification des Molgulidées. Formes nouvelles des collections du Muséum*. Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Molgulidées des collections du Muséum comprennent treize espèces dont huit sont nouvelles; ces treize espèces appartiennent à cinq

genres dont trois sont également nouveaux. Leur étude m'a permis de mettre en lumière certaines dispositions anatomiques particulières, permettant de mieux préciser la valeur relative des caractères qui doivent servir à établir des subdivisions rationnelles dans le groupe relativement homogène des Molgulidées.

» Dans les coupures génériques faites jusqu'ici, certains ascidiologues ont parfois attaché à la branchie, en particulier, une valeur qu'elle ne doit pas avoir. M. de Lacaze-Duthiers ([1]) et Herdman ([2]) étaient déjà arrivés à cette conclusion, et l'étude des huit espèces nouvelles du Muséum vient encore diminuer, si possible, la valeur générique de cet organe.

» Une certaine disposition des trémas a été invoquée, à elle seule, pour la création du genre *Eugyra* (Hancock) ([3]); c'est celle que présente la *Molgula tubulosa* Forbes et Hanley. Les infundibulums, de grande taille, sont répartis en files régulières avec leurs centres sous les petites côtes méridiennes, et *chacun d'eux n'est constitué que par deux longs trémas spiralés, enroulés en sens inverse l'un de l'autre.* C'est là une disposition si caractéristique et si éloignée des petits infundibulums épais et à trémas généralement courts des autres Molgulidées, qu'elle constituait un excellent caractère générique; d'autant plus que les *Eugyres* s'éloignaient encore de toutes les autres Molgulidées connues à l'époque de Hancock par leur glande génitale unique, située sur la face gauche de l'animal.

» Aujourd'hui cette disposition des trémas n'est plus suffisante pour caractériser à elle seule le genre *Eugyra :* parmi les espèces nouvelles du Muséum il s'en trouve une que j'ai appelée *Gamaster Dakarensis* et que j'ai prise pour type du genre nouveau *Gamaster* ([4]); sa branchie est exactement celles des Eugyres, mais sa glande génitale, également unique, *est située sur le côté droit* au lieu d'être sur le côté gauche. Cette forme nouvelle vient donc définitivement enlever toute importance primordiale à la branchie pour l'établissement des grandes subdivisions de la famille.

» Les genres *Paramolgula*. Traustedt, *Bostrichobranchus* ([5]) Traustedt et *Anurella* Lac.-Duth. ([6]) sont sans valeur. Le premier possède deux

---

([1]) *Les Ascidies des côtes de France* (*Arch. Zool. expérim.*, t. III, 1874 et t. VI, 1877).

([2]) *Les Tuniciers du* Challenger, t. VI, 1882.

([3]) *Ann. and Mag. of nat. History*, t. VI, 1870.

([4]) *Comptes rendus.*

([5]) *Acidiæ simplices fra det Stilli Ocean* (*Vidensk. meddelelser*, 1884).

([6]) *Arch. Zool. exp.*, t. VI, 1877.

glandes génitales comme les Molgules, mais ses infundibulums, de petites dimensions, avec des trémas courts, ne sont pas plus caractéristiques génériquement que ceux des autres espèces de Molgules, et il y a lieu de verser cette forme dans le genre *Ctenicella* Lac.-Duth., parce qu'elle a les lobes de ses orifices dentelés, avec tous les autres caractères de ce dernier genre.

» Les *Bostrichobranchus* Traustedt ne possèdent qu'une seule glande génitale à gauche et les infundibulums de leur branchie sont petits, irréguliers et distribués sans ordre, comme dans le sous-genre *Eugyriopsis* de Roule, et je propose la création d'un genre *Eugyriopsis* pour recevoir le *Bostrichobranchus Manhattensis* Traustedt et l'*Eugyriopsis Lacazii* Roule; ce genre étant caractérisé par la présence d'une glande génitale unique située sur le côté gauche et une branchie à trémas courbes et plus ou moins allongés, mais ne formant pas les grands infundibulums caractéristiques des Eugyres.

» Enfin le genre *Anurella* Lac.-Duth. ne repose absolument que sur l'absence de la queue chez les larves et tout le reste de l'organisation est le même que chez les *Molgula*. Les recherches embryogéniques que je poursuis chez les Molgulidées me font penser qu'entre la larve modèle et la larve anoure typiques il en existe vraisemblablement d'autres qui ne possèdent qu'une ébauche plus ou moins importante de la queue par suite d'une accélération embryogénique plus ou moins accusée; on observe aussi de notables différences dans la rapidité de la régression des organes larvaires chez les différentes espèces d'Urodèles. Il est bien difficile d'établir des coupures génériques sur des variations semblables dans le processus embryogénique. D'autre part, il n'est pas invraisemblable de penser que l'on pourrait un jour observer des larves anoures dans quelques espèces de genres tels que les Cténicelles, les Eugyres et les *Gamaster*, et il ne sera cependant pas possible de verser ces formes nouvelles dans le genre *Anurella*, dont elles s'éloigneront par toute leur organisation.

» Par suite de la suppression des trois genres précédents et en ne tenant pas compte non plus du genre *Pera* Stimpson, que Herdman et Traustedt ont déjà regardé comme douteux, la famille des Molgulidées se trouve comprendre huit genres, dont trois nouveaux fournis par les collections du Muséum. Leur répartition rationnelle est la suivante :

» Première section. — *Molgulidées à une seule glande génitale située sur le côté droit.*

» Une rangée de grands infundibulums sous chaque méridien; chaque infundibulum formé seulement d'un ou de deux longs trémas spiralés : g. *Gamaster*, n. g.

» Deuxième section. — *Molgulidées à une seule glande génitale située sur le côté droit.*

» Une rangée de grands infundibulums sous chaque méridien; chaque infundibulum formé seulement de deux longs trémas spiralés : g. *Eugyra* Hancock.

» Infundibulums plus ou moins réguliers, de taille et de nombre variables, formés de petits trémas courbes : g. *Eugyriopsis,* n. g.

» Troisième section. — *Molgulidées à glandes génitales paires.*

» Trémas branchiaux généralement courts, courbes, quelquefois rectilignes; infundibulums de taille variable.

» *a.* L'intestin est étendu transversalement sur la face gauche et forme une anse courbe plus ou moins accentuée.

» 1° Siphons nuls; chaque orifice bordé d'une double couronne de lobes inégaux : g. *Astropera,* n. g.

» 2° Siphons à lobes plus ou moins saillants et toujours entiers : g. *Molgula* Forbes.

» 3° Siphons terminés par des lobes dentés : g. *Ctenicella* Lac.-Duth.

» 4° Siphon cloacal à quatre lobes égaux. Siphon branchial courbé en anse avec six lobes inégaux, les deux supérieurs en forme de grande lèvre bifide : g. *Stomatropa,* n. g.

» *b.* Les deux branches de l'intestin sont verticales et non transversales; elles sont parallèles à la glande génitale gauche : g. *Ascopera* Herdm.

» Sur ces huit genres, il n'y a que les g. *Eugyra, Eugyriopsis* et *Ascopera* qui ne soient pas représentés dans les collections du Muséum. Les cinq autres le sont par les espèces suivantes : *Gamaster Dakarensis,* n. sp.; *Astropera villosa,* n. sp.; *Molgula Filholi,* n. sp., *M. gregaria* Herdm., *M. glomerata,* n. sp., *M. socialis* Alder et *M. oculata, voscosita, simplex* qui toutes trois sont associées; *Ctenicella Guimardi,* n. sp., *Ct. Lebruni,* n. sp., *Ctenicella rugosa,* n. sp.; *Stomatropa villosa,* n. sp. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux proboscidien des Glycériens.* Note de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

« La trompe des Glycériens, observée à l'état de repos, se montre formée de trois régions distinctes :

» 1° Une région antérieure, dévaginable, striée longitudinalement, formant, dans la trompe extroversée, une sorte de fourreau aux deux autres régions; c'est la *gaine pharyngienne;*

» 2° Une région moyenne, essentiellement musculeuse, beaucoup plus courte, nettement délimitée en avant par une membrane quadrilobée externe : c'est la *trompe pharyngienne;*

» 3° Une région postérieure, séparée de la précédente par un étranglement marqué, avec des plis transversaux irréguliers à sa surface : c'est le *ventricule,* auquel l'intestin fait suite.

» La trompe des Glycériens, qui occupe, lorsqu'elle est invaginée, le tiers antérieur du corps (et parfois davantage), est caractérisée moins par sa grandeur exceptionnelle et sa forte musculature que par le développement véritablement surprenant de son innervation, qui en fait un appareil dont la sensibilité surpasse encore la puissance.

» Le système nerveux proboscidien des Glycériens, dont les parties essentielles ont été reconnues par de Quatrefages et surtout par Ehlers, que j'ai étudié principalement chez la *Glycera convoluta* Keferstein, se rattache au cerveau moyen. Celui-ci donne naissance, de chaque côté ([1]), à sa face inférieure, à un gros tronc nerveux sur lequel se continue son enveloppe fibrillaire, et même, sur une certaine longueur, sa couche cellulaire. Ce tronc fournit un rameau au cerveau postérieur qui le surmonte, puis, au delà de ce dernier, se divise en deux branches d'importance égale; l'externe est le connectif œsophagien qui ne commence, à proprement parler, qu'au niveau de la bifurcation; l'interne est le nerf reliant l'encéphale au système nerveux proboscidien.

» Les fibres de ce nerf forment un anneau qui entoure complètement la gaine de la trompe à son origine. La paroi de celle-ci est essentiellement constituée, dans sa partie antérieure, par une assise musculaire continue, dont les profondes échancrures externes préparent le morcellement en dix-huit faisceaux longitudinaux qui s'effectue un peu en arrière de l'orifice de la trompe. L'anneau nerveux pénètre dans ces échancrures et fournit les dix-huit nerfs qui, dans toute la longueur de la gaine, sont régulièrement intercalés aux piliers qui soutiennent la paroi. Les nerfs de la gaine donnent naissance, presque à tous les niveaux, à des rameaux qui pénètrent dans les papilles, où l'on observe de curieuses terminaisons sensitives.

» Au niveau de la trompe pharyngienne, la membrane quadrilobée qui limite antérieurement cette région moyenne, constitue une très importante masse ganglionnaire proboscidienne, à laquelle s'adjoignent les gan-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 972.

glions quasi fusionnés situés sous l'épithélium qui recouvre l'extrémité de l'appareil extroversé, et que relient entre eux de puissants faisceaux de fibres nerveuses.

» Quatre nerfs, situés dans les plans de symétrie des bourrelets musculaires annexés à la trompe pharyngienne, parcourent la couche profonde de l'épithélium et présentent également, sur leur trajet, des ganglions de renforcement. Chacun d'eux possède un premier ganglion dans la région moyenne de la trompe pharyngienne, un second dans la partie antérieure du ventricule.

» Enfin ces nerfs se continuent dans le ventricule et se ramifient dans les papilles qui le tapissent intérieurement.

» La membrane épithéliale qui revêt l'extrémité de la trompe dévaginée offre à considérer de remarquables terminaisons nerveuses. En dehors de celles qui ont été signalées par Jourdan chez *Rhynchobolus* (*Glycera*) *siphonostoma* Claparède, il en existe d'autres dont la structure est comparable à celle des yeux de beaucoup d'Annélides. En certains points, l'épithélium est un peu en retrait par rapport à la surface générale, s'épaissit considérablement du côté interne. Les cellules de ces cupules prennent un aspect particulier; elles sont beaucoup plus hautes que les cellules épithéliales voisines, surtout dans la zone centrale de la dépression à laquelle elles correspondent, de sorte qu'elles forment un bouton saillant vers l'intérieur. Leur contenu est plus clair et plus transparent que celui des cellules épithéliales normales; elles se détachent, par suite, en clair sur le milieu environnant. Les noyaux sont rejetés dans la partie profonde des cellules qui renferme seule des granulations pigmentaires.

» Les éléments cellulaires en question s'effilent assez fortement du côté de la surface, et se présentent sous forme de bouteilles à col très allongé; ils reposent sur un véritable coussinet nerveux d'une épaisseur considérable.

» Il s'agit ici, sans nul doute, d'un organe sensitif spécialisé. Les cellules qui le composent rappellent de près, par tous leurs caractères, les bâtonnets optiques que l'on observe dans les yeux d'un grand nombre d'Annélides. Il est fort possible que cet organe oculiforme soit affecté à la vision, et non pas seulement à la perception des impressions tactiles. L'hypothèse est d'autant plus vraisemblable que le prostomium est dépourvu d'yeux, et que l'on voit les Glycériens explorer constamment leur route à l'aide de leur trompe.

» Quoi qu'il en soit, l'extrémité de la trompe dévaginée, protégée par

les quatre mâchoires, est douée, grâce à sa riche innervation, d'une sensibilité extrême.

» Il est à noter que l'orifice de la trompe dévaginée doit être regardé comme la véritable bouche au point de vue physiologique; en effet, l'ouverture de la trompe, située sous le prostomium, ne peut servir et ne sert jamais à l'ingestion des proies. Il n'est donc point surprenant de voir les terminaisons sensitives s'accumuler dans cette région de la trompe. Chez les Syllidiens et chez les Phyllodoniens, il existe également, au sommet de la trompe extroversée, un anneau ganglionnaire auquel aboutissent les nerfs de la gaine.

» Si l'on tient compte de l'importance du développemeut des ganglions qui appartiennent en propre à la trompe, dont le volume est notablement supérieur à celui des centres nerveux prostomiaux, on est amené à considérer le système nerveux proboscidien, non comme une dépendance du cerveau moyen, auquel il ne se rattache, du reste, que par deux nerfs, mais comme un ensemble ayant une véritable autonomie, superposé au système nerveux du reste du corps. »

ZOOLOGIE. — *Sur la première origine et le développement des néphridies des Annélides et sur le parallélisme des ontogénies embryonnaire et régénérative* (¹). Note de **M. A. Michel**, présentée par M. E. Perrier.

« Dans deux Notes précédentes (²), j'ai traité du développement des néphridies dans le bourgeon de régénération caudale d'*Allolobophora fœtida,* et j'ai montré la ressemblance de ces organes en développement avec ceux de l'embryon.

» Cependant je n'avais pu découvrir le début de la néphridie, et, d'après sa situation, au stade le plus jeune observé, entre deux faisceaux de filaments le long de la cloison, j'avais pensé que son lieu d'origine était le tissu enclavé entre les sacs cœlomiques dans l'épaisseur de la cloison. Depuis je suis arrivé à saisir la toute première ébauche néphridienne : c'est au sommet du bourgeon, dans le mésoderme encore plein, au voisinage immédiat

(¹) Travail du laboratoire d'Évolution, à la Sorbonne.

(²) A. Michel, *Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annélides* (*Comptes rendus,* 3 janvier 1898). — *Sur l'origine des néphridies chez les Annélides* (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 2 avril 1898).

d'une lacune se régularisant en vaisseau annulaire, une *grande cellule*, qui, dès l'apparition du clivage, fait partie de la *somatopleure* elle-même, à la face antérieure et vers le bord extérieur de la cloison ; bientôt cette cellule se prolonge vers l'extérieur par une sorte de queue fibrillaire. A la cloison précédente on retrouve cette grande cellule avec le même prolongement fibrillaire, mais portant en arrière et vers l'extérieur une série de petites cellules, suivant ma description antérieure. De même, pour le développement ultérieur, je ne puis que maintenir les résultats déjà énoncés : à l'aide de la grande cellule, formation du *pavillon*, d'abord sous forme d'une pile arquée d'éléments plats, toujours d'ailleurs avec prolongements fibrillaires convergeant vers l'extérieur; allongement de la série de petites cellules en un cordon d'abord rectiligne de petites cellules transverses, en coin, alternant d'un bord à l'autre; recourbement de ce cordon en une anse postérieure qui, refoulant la paroi du sac cœlomique suivant, auquel elle confinait seulement, vient se loger dans cet espace, mais toujours revêtu de l'épithélium qui le limite; pénétration de l'extrémité du cordon dans la couche sous-épidermique, au milieu des ébauches musculaires, près du bulbe sétigère ventral.

» Ainsi, plus complètement encore que dans mes Notes précédentes, par l'origine *unique* et *somatopleurale* de la néphridie, par le développement, la structure, la forme et les rapports du pavillon et du cordon, je puis conclure à un *parallélisme* remarquable des développements ontogéniques, *embryonnaire* ([1]) et *régénératif*. »

ZOOLOGIE. — *Sur les pièces buccales des Acariens*. Note de M. A. **Brucker**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Si l'on étudie la partie antérieure du corps d'un Trombidion en combinant l'étude par transparence avec la méthode des coupes en série, on voit que sa constitution est la suivante :

» Vue latéralement, la partie la plus antérieure de la tête se montre rétrécie peu à peu et constitue ce que j'appellerai le *rostre;* ce rostre con-

([1]) D'après R.-S. Bergh, *Neue Beiträge zur Embryologie der Anneliden* : I. *Zur Entwickelung und Differenzierung des Keimstreifens von Lumbricus* (*Zeitschr. f. w. Zool.*, L, 1890, p. 469-526; Pl. XIX-XXI).

tient les deux gros troncs trachéens et porte à sa partie dorsale les appareils stigmatiques.

» Sur ce rostre s'insèrent latéralement les chélicères : c'est la preuve qu'il est bien la partie antérieure du corps.

» Au-dessous du rostre, un puissant développement de l'ectoderme autour de la bouche a formé une grande *trompe* contenant à son intérieur le pharynx, ses muscles dilatateurs et constricteurs et deux glandes, les glandes à venin (Giftdrüsen) de Henking. La bouche est donc située à sa partie antérieure. De chaque côté de sa base s'insèrent les pédipalpes; mais ils se sont soudés à elle sur une partie de leur longueur, et leur partie libre paraît ainsi insérée sur la trompe.

» En section transversale la trompe a la forme d'un croissant à concavité tournée vers le haut. Dans la région où les pédipalpes se sont fusionnés avec elle, l'appareil ainsi formé conserve la forme d'un croissant, mais dont alors les cornes sont formées par les pédipalpes. Avant comme après la fusion, nous pouvons donc distinguer une surface supérieure et une surface inférieure de la trompe. La surface supérieure forme une gouttière dans laquelle reposent les chélicères; la surface inférieure est soudée sur la ligne médiane à la face inférieure du pharynx. Ce pharynx a également la forme d'un croissant à concavité tournée vers le haut.

» A la partie antérieure de la trompe les coupes en série montrent que le pharynx s'ouvre à l'extérieur par l'extrémité des cornes. Il en résulte l'individualisation d'une pièce médiane impaire l'*épipharynx*. Sa surface inférieure est homologue à la surface supérieure du pharynx, et sa surface supérieure est homologue à la surface supérieure de la trompe.

» En résumé, il y a chez les Acariens, formant la partie antérieure du corps : 1° un rostre portant les chélicères; 2° une trompe pharyngée soudée aux pédipalpes.

» Sans entrer dans la discussion des observations et des théories antérieures sur les pièces buccales des Acariens, on peut remarquer les points suivants : beaucoup d'observateurs n'ont pas vu la face supérieure de la trompe qui est du reste très mince et que Henking a pour la première fois décrite avec soin; dans l'ensemble formé par la trompe et les pédipalpes, on a essayé de retrouver des appendices transformés. Haller en a retrouvé plusieurs paires; et généralement on le considère comme formé par une paire d'appendices dont les bases, qu'on appelle *maxilles*, seraient soudées sur la ligne médiane, tandis que leurs palpes resteraient libres sur les

côtés, comme il arrive pour la lèvre inférieure des Insectes. Il ne peut en être ainsi puisque la trompe contient le pharynx. Enfin l'insertion des chélicères sur le rostre et, par suite, la valeur morphologique de celui-ci sont restées jusqu'ici inaperçues.

» Chez les autres Arachnides le Mémoire de H.-M. Bernard *Sur la morphologie comparée des Galéodides* (*Transact. of the Linnean Society*; 1896) nous apprend qu'une trompe tégumentaire de ce genre existe chez les Galéodides. H.-M. Bernard la considère arbitrairement comme formée par le développement vers l'avant du bord supérieur de la bouche qui donne ainsi un *labrum*, et du bord inférieur qui donne un *labium*, ces deux pièces après coup se soudant complètement par leurs bords. Quoi qu'il en soit, l'essentiel est qu'il considère la trompe comme une formation tégumentaire et qu'il ne veut pas se ranger à l'avis de Croneberg qui y voit des appendices transformés. Chez les autres Arachnides H.-M. Bernard retrouve les mêmes parties, trop peu développées chez les Scorpions pour que l'on puisse parler d'une trompe, mais se développant davantage dans les divers ordres. Chez les Thélyphonides les pédipalpes se soudent l'un à l'autre au-dessous de la trompe sans se fusionner avec elle; nous avons vu que, chez les Acariens, ils se fusionnent avec elle sans se souder entre eux.

» Enfin dans une famille d'Acariens, les Gamasides, H.-M. Bernard ajoute en passant qu'il a reconnu d'après les figures de Winkler qu'il y a chez eux une trompe typique comparable à celle des Galéodides et contenant l'appareil suçeur sur la plus grande partie de sa longueur. Cette vue est confirmée par ce que j'ai trouvé en étudiant les pièces buccales des Trombidions, du reste sans la connaître; et pour les Gamasides en particulier je peux la préciser. Dans la partie antérieure du corps des Gamasides, on retrouve, en effet, les mêmes parties que dans celle des Trombidions; mais le rostre s'y soude avec les cornes de l'appareil formé par la trompe et les pédipalpes fusionnés; de cette manière il se forme autour des chélicères un tube complet dans lequel elles sont susceptibles de déplacements longitudinaux. »

ZOOLOGIE. — *Étude des glandes défensives de quelques Coléoptères* [1]. Note de M. L. Bordas, présentée par M. Edmond Perrier.

« La plupart des Insectes possèdent, à l'extrémité postérieure du corps, dans le voisinage de l'anus, des glandes appelées *glandes anales*, qu'on peut considérer comme des organes appendiculaires des derniers segments du corps. Ces glandes jouent le rôle d'appareils de défense ou de protection. Leurs formes et leurs produits de sécrétion varient à l'infini suivant les familles. C'est ainsi que, chez les *Hyménoptères*, elles constituent les glandes venimeuses et sécrètent un liquide dont le produit dominant est l'acide formique. Celles des *Cynipidæ* élaborent une sécrétion qui produit, chez les végétaux, la formation d'excroissances nommées *galles*. Dans d'autres familles (*Carabidæ*, *Silphidæ*), les *glandes anales* produisent un liquide fétide, riche en acide butyrique, ou bien encore, comme chez les *Brachinus*, un liquide qui se volatilise en produisant une petite crépitation et colorant légèrement les doigts en jaune. Les *Dytiscidæ* sont, de même, pourvus de glandes anales très développées, suivies d'un volumineux réservoir collecteur, dans lequel viennent s'accumuler les produits sécrétés. Ces derniers sont, à un moment donné, brusquement expulsés au dehors par l'effet des contractions des parois musculaires de la vésicule. Le liquide, lancé dans l'eau ambiante, amène la formation d'un léger nuage brunâtre, à la faveur duquel l'insecte peut facilement se dérober aux poursuites de ses ennemis.

» Parmi les Dytiscidæ, nous avons surtout étudié les *glandes anales* ou glandes défensives du *Cybister Ræselii* (Fabr.), du *Dytiscus marginalis* (L.), du *D. latissimus* (L.), etc. Ces glandes sont très volumineuses, paires et constituées par deux tubes blanchâtres, très développés, entortillés et pelotonnés en une masse ovoïde, d'apparence intestiniforme et située dans les derniers segments abdominaux, de chaque côté du tube pénial, en avant et au-dessous du rectum. Chaque tube glandulaire dépasse, quand il est complètement déroulé, quatre ou cinq fois la longueur totale du corps de l'insecte. Il se rétrécit vers sa partie terminale et va s'ouvrir à la face postéro-

---

[1] Extrait d'un travail, *Les glandes défensives des Insectes*, fait au laboratoire de M. le professeur Marion, à Marseille.

interne d'une grosse vésicule piriforme, mesurant de 4^{mm} à 5^{mm} de longueur sur 3^{mm} de large. Cette vésicule est constamment distendue et renferme un liquide nauséabond et d'une teinte vert foncé, analogue à celle que prend la bile quand elle a subi l'action du suc gastrique ou de l'oxygène. Peu à peu la coloration change et, après un séjour plus ou moins long de l'animal dans l'alcool, la teinte du contenu de la vésicule devient jaunâtre, tandis que les tubes glandulaires conservent leur coloration blanc foncé.

» La structure de la glande est des plus simples. Elle comprend extérieurement une mince membrane péritonéale, au-dessous de laquelle existe une couche musculaire. Enfin, tout à fait à l'intérieur et limitant le lumen central, se trouve l'assise épithéliale, constituée par des cellules sécrétrices rectangulaires.

» Le canal excréteur fait directement suite à la vésicule et peut être considéré comme le prolongement de cette dernière dont l'extrémité postérieure va s'amincissant progressivement. On peut cependant considérer son origine comme située au point d'embouchure de la glande tubuleuse dans la vésicule. C'est un canal régulièrement cylindrique, de 9^{mm} à 12^{mm} de longueur. Sa portion terminale rampe sur les parois latérales du pénis, passe sous les deux portions dilatées des deux pièces chitineuses provenant de l'arc en fer à cheval qui soutient l'armure génitale, et va s'ouvrir, non pas dans le rectum, mais bien dans un petit cloaque, de chaque côté et un peu en arrière de l'orifice anal. En avant de l'anus, et séparé de ce dernier par une cloison aplatie, existe un large orifice ovoïde, à grand axe transversal, par où l'on voit poindre la portion terminale du tube pénial.

» Le réservoir collecteur et le canal excréteur sont pourvus d'une assise musculaire plus puissante que celle qu'on observe dans la glande.

» Les *glandes anales* ne débouchant pas dans le tube digestif ne doivent, certes, jouer aucun rôle dans les phénomènes de la digestion. Ce sont peut-être des organes d'excrétion, ainsi que le feraient supposer la couleur et la nature du liquide qui est éliminé. Ces *glandes anales* sont, en tous cas, des organes de défense, dont le contenu, lancé par l'insecte, sert à écarter ses ennemis et à se dérober à leur poursuite. De plus, l'odeur nauséabonde du liquide doit également servir à cette fin. Quand on excite l'animal, on voit, en effet, celui-ci, avant de s'enfoncer dans la vase, lancer dans le milieu ambiant un liquide jaunâtre qui obscurcit l'eau momentanément. »

GÉOLOGIE. — *Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine.* Note de M. E. **Ficheur**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La structure des chaînes du massif de l'Aurès présente une remarquable symétrie, mise en évidence, d'après les travaux de Tissot, par la Carte géologique de l'Algérie (1889).

» Un anticlinal infra-crétacé, à noyau jurassique (axe du Lazereg), dirigé du sud-ouest au nord-est, s'infléchit à son extrémité nord pour former l'axe des dômes du Chélia et du Dj.-Noughis. Sur les flancs se superposent les assises crétacées, fortement redressées, parfois verticales à l'est, et légèrement déversées à l'ouest, sur la rive gauche de l'oued Abdi.

» Symétriquement disposés de part et d'autre, deux synclinaux, aigus à leur pointe nord, vont en s'élargissant vers le sud-ouest : le synclinal de l'Ahmar-Khaddou à l'est, celui du Mahmel à l'ouest (¹). Ce dernier se subdivise par la formation successive de deux anticlinaux secondaires dans le Sénonien, et donne naissance aux chaînons atténués qui s'abaissent à la dépression d'El-Kantara à El-Outaïa. Les prolongements de ces axes vers l'ouest et l'anticlinal de Metlili au nord sont l'origine des ridements crétacés qui séparent le bassin du Hodna du Sahara.

» Les plis extérieurs affectant le Cénomanien-Turonien, au nord dans les Ouled-Fedala, à l'est dans les Beni-Melloul, ne présentent que de larges ondulations. Au sud-est, la retombée de l'Ahmar-Khaddou, par l'anticlinal du Tagueltiout, offre une orientation de l'ouest à l'est, sensiblement parallèle à l'axe du Chélia, avec ridement secondaire à la bordure saharienne.

» Les grandes cuvettes synclinales de l'Ahmar-Khaddou (Beni-bou-Sliman) et du Mahmel (vallée de Bouzina), de même que les vallées isoclinales des Ouled-Daoud et de l'Oued-Abdi, situées de part et d'autre du grand axe, sont occupées par des formations d'origine continentale, nettement reconnues par Tissot comme antémiocènes, et indiquées comme telles en partie sur la Carte géologique générale.

(¹) Cette disposition a été rendue de la manière la plus expressive dans les travaux topographiques de la feuille au $\frac{1}{200000}$ de l'Aurès, levée par le Service géographique de l'Armée.

» Nos études dans le massif de l'Aurès, et plus récemment dans le bassin du Hodna, nous permettent de préciser l'extension et l'importance de ces dépôts, et leurs relations tectoniques avec les chaînons crétacés ([1]). La coupe d'El-Kantara, au flanc du Djebel-Kteuf, résume la succession de ces dépôts :

» 1° A la base, argiles blanches ou jaunes avec bancs de gypse, occupant le fond des cuvettes;

» 2° Puissante accumulation de conglomérats et grès grossiers, de coloration rouge souvent intense, intercalés d'argiles rouges traversées de filonnets gypseux; l'origine torrentielle est manifeste;

» 3° Grès, poudingues et calcaires à *Pecten numidus* (*Cartennien*), en discordance remarquable sur les assises précédentes. Au-dessus se développent, dans la dépression au nord d'El-Outaïa, les marnes grises et bleuâtres à facies cartennien, intercalées de grès à grandes huîtres, du type *crassissima*, et à pectinidés.

» La comparaison avec les assises oligocènes du bassin de Constantine ([2]) s'impose; l'équivalence des argiles à gypse d'El-Kantara et des argiles à hélices dentées du Polygone de Constantine se complète par la présence des mêmes hélices dans l'assise inférieure à El-Outaïa; les conglomérats et argiles rouges représentent l'Aquitanien.

» Les conglomérats oligocènes s'étendent sur les pentes inférieures de l'Ahmar-Khaddou et sur les contreforts de la bordure saharienne, en couches plissées dans les synclinaux crétacés ou suessoniens, démantelés. Au Djebel-Mour, près de Branis, les marnes cartenniennes passent insensiblement, à la partie supérieure, à des argiles blanches et rougeâtres, avec couches gypseuses, facies saumâtre qui paraît correspondre au retrait de la mer à la fin de cette période.

» Des dépôts analogues, morcelés et réduits parfois à de simples taches, existent au flanc des chaînons crétacés et dans les vallonnements, dans la dépression entre Hodna et Sahara, notamment dans la vallée de Mdoukal : ils sont également recouverts par les lambeaux miocènes jusqu'à l'ouest du Djebel-Dokhan. Ces mêmes conglomérats s'étendent sur le revers sud du

---

([1]) Ces études, faites pour le Service géologique de l'Algérie, ont été facilitées par l'accueil empressé qui m'a été offert par M. le commandant de Mussy, chef des brigades topographiques d'Algérie et Tunisie, et tous les officiers de ce Service.

([2]) Ficheur, *Le bassin lacustre de Constantine et les formations oligocènes en Algérie* (*Comptes rendus,* 7 mai 1894).

Djebel-Maharga, vers Bousaâda, où ils ont été démantelés et masqués localement par les apports caillouteux pliocènes et quaternaires.

» Au nord du Hodna, la zone d'argiles à gypse, surmontées de poudingues rouges, signalée par Brossard sur tout le versant méridional du Mahdid, reproduit absolument la même série, recouverte par le Miocène cartennien.

» Dans toute cette région, les différents étages du Crétacé au Suessonien forment le substratum des dépôts oligocènes et miocènes. Les plissements de l'Aurès et des chaînes du Hodna paraissent avoir suivi l'émersion consécutive au Suessonien. Les érosions avaient dessiné les grandes lignes du relief de l'Aurès lorsque se sont formées dans les dépressions aurasiennes, et probablement dans les cuvettes du Hodna ou du Sahara septentrional, les lagunes ou chotts du début de l'Oligocène, comblées par les puissants apports caillouteux de l'Aquitanien.

» L'affaiblissement du bassin du Hodna et du flanc ouest de l'Aurès amène l'invasion marine cartennienne, qui a pénétré dans quelques-unes des vallées aurasiennes en golfes étroits, en s'étendant, au nord, vers Lambèse et Khenchela.

» Selon toute apparence, les plissements post-cartenniens se sont produits sur l'emplacement des axes antérieurs. A cette phase correspondent les actions énergiques qui ont accentué les étirements, avec déversement au sud-est de la chaîne du Touggour de Batna.

» Tous les dépôts postérieurs sont d'origine continentale et n'ont pas subi l'influence de ces plissements aurasiens. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les microrganismes des Lignites.* Note de M. B. Renault, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Dans plusieurs Notes antérieures ([1]), nous avons démontré l'existence de nombreux microrganismes entrant dans la constitution de divers combustibles fossiles, tels que : Houilles, Bogheads, Cannels; il nous restait à examiner, à ce point de vue, les Lignites et les Tourbes.

» Aujourd'hui, nous indiquerons les résultats de nos premières recherches sur les Lignites. Ces combustibles, ainsi que les Tourbes, offrent,

([1]) *Comptes rendus,* 8 juin 1897 et 7 février 1898.

bien plus que les Cannels et la Houille, des degrés divers dans l'altération des tissus végétaux qui ont concouru à leur formation.

» Tantôt, en effet, le bois offre une conservation presque parfaite et peut être travaillé et poli; tantôt, au contraire, les différents débris de plantes sont désorganisés, peu reconnaissables et comme fondus dans une substance amorphe qui rappelle, sans en avoir la composition, la matière fondamentale des Cannels et des Bogheads. Tous les passages existent entre le Lignite à peine ébauché, brun jaunâtre, et le Lignite *fait*, à cassure noire et résinoïde.

» Nous choisirons deux exemples intermédiaires entre ces deux états extrêmes :

» 1° Les bois de Conifères pliocènes de Durfort (¹) ne sont qu'en partie transformés.

» Les vaisseaux du bois quoique aplatis portent encore leurs ornements; les rayons cellulaires sont distincts; mais les parois de ces divers éléments paraissent corrodées, déchiquetées, creusées de sillons. Avec un grossissement de 1200 diamètres, on distingue des chapelets de Microcoques dirigés à l'intérieur des arêtes communes des vaisseaux et suivant leur longueur; perpendiculairement à cette direction, et toujours dans l'épaisseur des parois, des files de Microcoques rectilignes ou sinueuses se portent vers l'arête opposée; le rapprochement de ces lignes est tel, en beaucoup de points, que l'on se trouve en présence de plages uniquement occupées par des Bactériacées.

» Il n'est guère possible, en présence de ces faits, de ne pas admettre l'intervention des Microcoques dans la transformation des tissus végétaux en lignite; leurs dimensions sont un peu plus faibles que celles du *Micrococcus Carbo* de la houille; ils ne mesurent que $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$; ils sont incolores ou peu colorés. Nous les avons désignés sous le nom de *Micrococcus lignitum*.

» 2° Le deuxième exemple que nous citerons est celui d'un lignite éocène du département de l'Hérault, paraissant plus près de son état définitif et présentant une cassure noire et brillante.

» Sur les lames minces rendues transparentes, la matière fondamentale, de couleur rouge brun, est parsemée de débris végétaux et de quelques

(¹) Durfort (Gard) est la localité qui a fourni le magnifique squelette d'*Elephas meridionalis* exposé dans les galeries de Paléontologie du Muséum.

corps d'Infusoires. Les débris végétaux se composent de fragments d'épiderme, de portions de tissus en palissade, de nombreux filaments mycéliens et surtout de conidies souvent adhérentes à des pédicelles ou à des parties de mycéliums.

» La plupart des conidies appartiennent aux genres vivants *Helminthosporium* et *Macrosporium*. Le premier est représenté par sept espèces, dont cinq nous ont paru nouvelles; le second par une seule, mais qui est également nouvelle.

» Nous avons cru devoir créer un genre nouveau pour des conidies globuleuses, sphériques ou ellipsoïdales, rappelant le *Stemphylium magnusianum* de Saccardo, mais s'en écartant assez pour légitimer cette création; ce genre sera nommé *Morosporium;* il comprend deux espèces.

» Les genres *Helminthosporium* et *Morosporium* sont assez fréquents à l'état fossile; nous les avons retrouvés, représentés par plusieurs espèces, dans les lignites de Salzhausen, de Francfort, et dans les schistes lignitifères de Menat.

» Les Micrococques sont disséminés dans la matière fondamentale, assez difficiles à voir, même sous un fort grossissement; mais ils deviennent parfaitement distincts quand ils se trouvent rassemblés sur quelques fragments de cellules ou de vaisseaux.

» Les restes d'animaux sont assez fréquents; on y trouve des coquilles de Lymnées et de Planorbes, et des Infusoires.

» Les Infusoires appartiennent à la famille des *Keronina* cuirassés; ils sont encore munis de cirrhes et de cornicules; aucun ne présente de styles; ils peuvent se ranger dans les genres *Plœsconia, Aspidisca* et *Cinetoconia;* ce dernier genre est nouveau.

» Quelques débris de trame siliceuse, sphériques, indiquent la présence d'Amibes se rapprochant des *Clathrulina* ou des *Hedriocystis*.

» *Conclusions.* — 1° Les Bactériacées, sous forme de Micrococques, existent en abondance dans les lignites que nous avons étudiés, soit à l'intérieur des fragments de bois en voie de décomposition, soit dans la matière fondamentale qui réunit les organismes végétaux et animaux que l'on y rencontre.

» 2° Cette matière fondamentale a joui d'une certaine fluidité, puisqu'elle les a moulés et pénétrés; sa production est peut-être due au travail microbien sur ces organismes eux-mêmes.

» 3° Les lignites cités ont dû se former dans des eaux peu profondes,

marécageuses, dans lesquelles pouvaient vivre et se développer de nombreux Infusoires.

» 4° De nombreux débris végétaux : bois, feuilles, écorces, etc., souvent dans un état de décomposition très avancé, constituent la masse du lignite, et ce sont eux qui ont apporté les Champignons microscopiques développés à leur surface et dont on rencontre les fructifications et les mycéliums. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'emploi des engrais en Horticulture.* Note de MM. **Alexandre Hébert** et **G. Truffaut**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La production des plantes à fleurs et des arbustes d'ornement s'accroît chaque année : elle est devenue une véritable industrie; les questions de temps et de rendement y jouent maintenant un rôle des plus importants.

» Pour obtenir rapidement des plantes complètement développées, l'emploi des engrais est indispensable. Il importe néanmoins de ne pas en faire un usage immodéré qui pourrait avoir un effet nuisible au point de vue horticole. C'est ainsi que nous avons montré que les *Cyclamen* [1], croissant dans une terre fumée modérément, donnaient une production abondante de fleurs bien développées, tandis que les mêmes végétaux, cultivés dans un sol fumé trop copieusement, dégénéraient et exagéraient la production de leurs feuilles aux dépens de celle des fleurs pour lesquelles ils sont recherchés.

» Au contraire, si l'on distribue les engrais d'une façon rationnelle et raisonnée en se basant sur la composition azotée et minérale des plantes, on obtient des sujets bien développés et d'une croissance beaucoup plus rapide. Nous rappellerons, à cet égard, notre étude sur les *Cattleya* [2] et la détermination que nous avons effectuée des matières fertilisantes nécessaires à prolonger leur période de productivité.

» Depuis, nous avons fait usage des engrais dans la culture d'un assez grand nombre de végétaux d'ornement. Les *Dracæna Bruanti* sont une des espèces qui nous ont donné les meilleurs résultats; on les cultivait dans des pots de $0^m,10$ de hauteur, contenant 330^{gr} de terreau de feuilles de Maurepas; l'expérience a commencé sur des boutures de $0^m,25$ à $0^m,30$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1212.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1311.

Une fraction seulement des plantes en expériences a reçu des engrais, le reste était conservé comme témoin.

» Une analyse préalable de ces végétaux nous a conduits à leur distribuer, pendant la durée des essais, 25gr d'un mélange d'azotate de potasse, de chlorure d'ammonium, de phosphate d'ammoniaque, de sulfate de magnésie et de sulfate de fer correspondant aux quantités suivantes :

Azote	gr 3,06	Acide sulfurique	gr 3,91
Potasse	7,39	Magnésie	1,06
Chlore	0,72	Oxyde de fer	1,08
Acide phosphorique	1,45		

» L'expérience a duré neuf mois (mars à novembre), pendant lesquels les végétaux ont été maintenus en serre, sans avoir subi aucun rempotage. L'effet des engrais était nettement visible très peu de temps après le début des essais et s'est accentué de plus en plus. Les plantes traitées étaient beaucoup plus fortes et plus vertes que les autres; leurs tiges plus turgescentes, plus dures, plus lignifiées; leurs racines plus développées, mais pas proportionnellement aux parties aériennes. La valeur marchande des plantes témoins, qui atteignaient à peu près la somme de 2fr, était portée au double pour les sujets ayant reçu une addition d'engrais.

» Il était intéressant de rechercher l'influence que les matières fertilisantes avaient exercée sur la composition chimique des végétaux. Les pesées et les analyses des échantillons témoins ou traités ont accusé les chiffres moyens suivants pour les compositions centésimale ou totale d'une plante.

	Matière sèche pour 100.		Composition d'un *Dracœna* entier.	
	Dracœna non traité.	*Dracœna* traité.	non traité.	traité.
Poids total	»	»	gr 260	gr 480
Eau	»	»	187	349
Matière sèche	»	»	73	131
Matière organique	82,50	81,89	60,23	107,28
Cendres	17,50	18,11	12,77	23,72
Azote	2,20	2,72	1,60	3,56

Composition centésimale des cendres.

Silice	71,50	71,65	9,13	16,99
Chlore	2,71	2,37	0,34	0,56

	Matière sèche pour 100.		Composition d'un *Dracæna* entier	
	Dracæna non traité.	*Dracæna* traité.	non traité.	traité.
			gr	gr
Acide sulfurique........	3,44	1,89	0,43	0,44
Acide phosphorique.....	2,98	2,49	0,38	0,59
Oxyde de fer...........	2,10	2,59	0,26	0,61
Alumine...............	0,05	0,51	0,006	0,12
Chaux.................	6,04	6,83	0,77	1,62
Magnésie..............	1,40	1,05	0,17	0,24
Potasse...............	8,70	8,70	1,11	2,06
Soude.................	0,68	1,27	0,08	0,60
Oxyde de manganèse....	Traces.	Traces.	Traces.	Traces

» Ce Tableau montre que la composition centésimale des sujets, traités ou témoins est absolument identique, sauf pour l'acide sulfurique, l'alumine et la soude; mais le poids final a doublé, pour les végétaux traités, tant au point de vue de la matière minérale qu'à celui de la matière organique édifiée par les cellules de la plante.

» L'assimilation n'a pas été modifiée au point de vue relatif, mais elle a doublé au point de vue absolu. Toutes les substances apportées par les engrais ont profité au végétal excepté l'acide sulfurique dont l'importance semble minime. On voit aussi que les plantes ayant leur subsistance largement assurée ont pu assimiler une plus grande quantité de silice, d'alumine, de chaux et de soude, éléments qu'on ne leur avait pas distribués sous forme d'engrais, mais qui sont contenus en excès dans les sols horticoles ou dans les eaux d'arrosage.

» Cet exemple indique bien l'excédent de production que l'on peut obtenir par l'emploi rationnel des matières fertilisantes. Nous avons d'ailleurs effectué des expériences identiques et avec un succès analogue sur les espèces suivantes :

Adiantum.
Anthemis.
Areca sapida.
Asparagus (divers).
Begonia rex.
Chrysanthemum.
Cocos Weddelliana.
Corypha australia.
Dracæna (divers).
Ficus elastica.
Fushia.
Héliotrope.
Hortensia.
Kentia Balmoreana.
Latania.
Medeola.
Pandanus utilis.
Phœnix.
Rosiers.

» En employant judicieusement les engrais on peut donc donner à l'in-

dustrie horticole de la France une vigoureuse impulsion; la vente des plantes d'ornement à feuillage et à fleurs prenant une importance de plus en plus considérable, on arrivera d'ici peu, avec une dépense insignifiante d'engrais, à augmenter dans une large mesure la prospérité de ce commerce si éminemment national. »

M. **Potain** présente à l'Académie, au nom de M. *Imbert*, de Montpellier, deux radiographies sur lesquelles on reconnaît distinctement l'altération athéromateuse de petites artères, la radiale et la cubitale pour l'une, la pédieuse pour l'autre.

L'une de ces radiographies a été obtenue sur le cadavre, l'autre sur le vivant.

M. **Maurice Lévy** met sous les yeux de l'Académie quelques photographies en couleurs obtenues par M. Dugardin.

M. G. **Perry** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Notes de Physiologie mathématique ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1898.

(*Suite.*)

Nos Terrains, par Stanislas Meunier, Professeur de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Paris, A. Colin et C[ie], 1898; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Spectroscopie du sang, par le D[r] Albert Hénocque, Directeur adjoint du laboratoire de Physique biologique du Collège de France. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Éloge de Paul-Louis Duroziez, ancien Chef de Clinique à la Charité, etc. Prononcé à la Société de Médecine par M. le Dr G. de Beauvais, ancien Chef de Clinique à l'Hôtel-Dieu, etc. Paris, imp. Davy, 1898; 1 broch. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Cinquantenaire 1848-1898. Paris, 1898; 2 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie. *Bulletin de la Société d'Astronomie*, etc. Directeur : Joseph Vinot. Juillet 1898; in-4°.

Proceedings of the United States national Museum. Volume XIX. Washington, 1897; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juin 1898.

Œuvres mathématiques de Riemann, traduites par L. Laugel, avec une préface de M. Hermite et un discours de M. Félix Klein. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs. Deuxième série. Tome IX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences, le 28 décembre 1874. Mai 1898. Paris, L. Baudouin; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Première Partie : *Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions, au service de l'ingénieur*. 1898. Premier trimestre. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. Volumes LI et LII. Sixième série : Tomes I et II. Bordeaux, J. Durand, 1897; 2 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (ancienne Académie d'Angers). Tome onzième. (Année 1897.) Angers, Lachèse et Cie, 1898; 1 vol. in-8°.

Traitement de la syphilis par les injections intra-musculaires de sérum artificiel bichloruré, à doses intensives et éloignées, par le Dr Jules Chéron, Médecin de Saint-Lazare. Clermont (Oise), Daix frères; 1 broch. in-8°.

Yearbook of the United States department of Agriculture. 1897. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien und der Hercegovina im Jahre 1896. Wien, 1897; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Note de M. *Marey*, La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes de la force musculaire :

Page 1472, lignes 28 et 29, *au lieu de* A désigne le triceps...., *lisez* A, grand-rond; B, sus-épineux.... (comme dans la légende de la *fig.* D, Tableau III).

Note de MM. *A. Lacroix* et *P. Gautier*, Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme) :

Page 1530, ligne 8, *au lieu de* avec laquelle il est impossible de voir ...., *lisez* avec laquelle il est possible de voir....

(Séance du 13 juin 1898.)

Au lieu de Présidence de M. Wolf, *lisez* Présidence de M. Van Tieghem.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Formules générales donnant des valeurs de* D *pour lesquelles l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble en nombres entiers.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« En 1830, Legendre résumait l'état de la question en ces termes :

» L'équation sera toujours possible lorsque D est un nombre premier » $4k+1$, et en général il faut que tous les diviseurs premiers de D ou de $\frac{1}{2}$D » soient de la forme $4k+1$; mais cette condition n'est pas suffisante.... » (*Théorie des nombres*, 1re Partie, § XIII, 3e édition, p. 132). Pendant longtemps les choses en restèrent à ce point.

» En 1864, 1865 et 1866, M. Casimir Richaud a publié dans le *Journal de Liouville* un Mémoire (non achevé) qui a fait faire un pas à la question, et dont l'objet, selon l'expression de l'auteur, est de « formuler, dans une

» série de cas, des conditions rigoureuses que doit remplir le déterminant D » pour que l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ soit possible en nombres entiers ».

» Je cite aussi l'intéressant Mémoire que M. Carl Störmer a publié, en 1897, à Christiania, sous le titre : *Quelques théorèmes sur l'équation de Pell et leurs applications,* qui ont un but spécial.

» Les résultats que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie ont un autre caractère et n'empruntent rien aux travaux de MM. Richaud et Störmer, ni, que je sache, à aucun autre. Ils consistent en des formules algébriques telles que tous les nombres entiers qui y sont compris satisfont à l'équation précitée. A ce titre, et peut-être aussi par le tour nouveau des démonstrations, je les crois de nature à offrir quelque intérêt aux personnes qui cultivent cette branche des Mathématiques.

» Théorème I. — *L'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble en nombres entiers, toutes les fois que* D *est le carré d'un nombre impair, augmenté de* 4, *donc si* $D = 4n^2 + 4n + 5$ $(n = 0, 1, 2, 3, \ldots, n, \ldots)$.

» *Démonstration.* — Prenons pour *forme* initiale $f_0 = |1,\ 2n+1,\ -4|$, dont le déterminant est $4n^2 + 4n + 5$, et selon le procédé de Gauss, écrivons la suite des réduites, contiguës par leur dernière partie, en y joignant le Tableau des valeurs correspondantes de la quantité qu'il désigne par la lettre h et des coefficients tranformateurs α, β, γ, δ, savoir :

			h	α	β	γ	δ
$f_0 = 1,$	$2n+1,$	-4		1	0	0	1
........,	.......,	....	....	.	.	.	.
$f_1 = -4,$	$2n-1,$	$2n+1$	$-n$	0	-1	1	$-n$
$f_2 = 2n+1,$	$2,$	$-(2n+1)$	1	-1	-1	$-n$	$(n+1)$
$f_3 = -(2n+1),$	$2n-1,$	4	1	1	2	$-(n+1)$	$2n+1$
$f_4 = 4,$	$2n+1,$	1	n	2	$2n+1$	$2n+1$	$2n^2+2n+1$
$f_5 = 1,$	$2n+1,$	4	$-(4n+2)$	$2n+1$	$-(8n^2+8n+4)$	$2n^2-2n+1$	$-(8n^3+12n^2+10n+3)$

» Arrêtons-nous à cette cinquième réduite, qui reproduit *inversement* la forme initiale (c'est-à-dire avec les mêmes termes, disposés dans le même ordre, mais avec un changement de signe dans les deux extrêmes), et remarquons que les réduites suivantes f_6, f_7, f_8, f_9 ne sont autre chose, respectivement, que les *inverses* (par le changement de signes des termes extrêmes), savoir

$$|4, 2n-1, -(2n+1)|\ |-(2n+1), 2, 2n+1|$$
$$|2n+1, 2n-1, -4|\ |-4, 2n+1, 1|,$$

de f_1, f_2, f_3, f_4, de telle sorte que la dixième $f_{10} = |1, 2n+1, -4|$, inverse de f_5, reproduit la forme initiale.

» Il s'ensuit que f_5 est la réduite qui termine la première moitié de la période complète de Gauss, ou, si l'on suit les vues de Lagrange, celle qui, reproduisant la forme initiale avec les signes de ses deux termes extrêmes inversés, termine sa période à lui, telle qu'il l'emploie en y appliquant l'algorithme des fractions continues (moins commode d'ailleurs que l'algorithme dont Gauss fait usage). L'indice 5 est impair; la fraction convergente qui y correspond dans la méthode de Lagrange répond donc à la solution en nombres entiers de l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ (*Théorie des nombres*, 3ᵉ édition, § V, p. 55). C'est aussi, comme on va le voir, ce que donne, dans la question présente, le procédé de Gauss, en lui faisant subir une légère extension [1].

» Faisons, comme dans le cas où la période est complète et en prenant positivement les coefficients de α, δ, γ (ainsi, du reste, que Gauss le prescrit alors, *Disq.*, 198), $t_1 = \frac{1}{2}(\alpha_5 + \delta_5)$ et $u_1 = \frac{\gamma_5}{a}$; nous aurons ici, à cause de $a = 1$, puisque m est aussi égal à 1,

$$t_1 = 4n^3 + 6n^2 + 6n + 2, \quad u_1 = 2n^2 + 2n + 1, \quad \text{avec} \quad D = 4n^2 + 4n + 5.$$

» Substituant ces valeurs dans l'équation $t_1^2 - Du_1^2 = -1$, on trouve qu'elle est satisfaite, car $t_1^2 = 16n^6 + 48n^5 + 84n^4 + 88n^3 + 60n^2 + 24n + 4$,

---

(1) On pouvait s'attendre à rencontrer dans les deux méthodes une pareille conformité de résultats, puisque les réduites de Gauss, contiguës par leur dernière partie, ne font en somme que reproduire les coefficients numériques des *transformées* de Lagrange, à la condition de lire de droite à gauche ces transformées, qui sont contiguës par leur première partie, d'y prendre la moitié du terme moyen, et d'y donner toujours le signe + à ce terme qui y est alternativement positif et négatif (*). Je dois dire toutefois que Gauss ne semble pas s'être occupé particulièrement de la solution de l'équation $t^2 - Du^2 = -1$. Il ne s'explique donc pas sur l'application qu'on y pourrait faire, pour obtenir les valeurs convenables de t et u, du procédé qu'il donne au nº 198 des *Disquisitiones* pour résoudre l'équation $t^2 - Du^2 = +m^2$. Je fais voir ici que les mêmes formules s'y adaptent aussi très bien, toutes les fois que la première moitié de la période complète se termine par une réduite inverse de la forme initiale [donc $(-a, b, c)$ au lieu de $(a, b, -c)$], et que cette moitié se compose d'un nombre impair de termes, mais à la condition qu'on admette, *à l'occasion*, des valeurs fractionnaires de t et u, que les théorèmes de la présente Communication ont d'ailleurs pour but d'éviter, dans les cas généraux qui y sont spécifiés.

(*) C'est au P. Pépin que je dois cette remarque de la quasi identité des transformées de Lagrange avec les réduites de Gauss dans le cas de D positif: remarque dont il m'a paru qu'on pouvait utilement tirer le parti qu'on va voir et qui constitue « l'extension du procédé de Gauss », dont je parle dans le texte.

et Du^2 donne les mêmes termes fonctions de n, avec $+5$ pour le terme constant, au lieu de 4. t_1 et u_1 sont les moindres valeurs de t et u; les valeurs conjuguées suivantes sont données par la formule ordinaire, bien connue.

» Le théorème est donc démontré d'une façon très simple. Néanmoins, j'en vais donner une seconde démonstration, parce que le procédé que j'y emploierai sera utile pour celle du théorème II.

» *Autre démonstration.* — Prenons cette fois pour forme initiale

$$f_0 = |2, 2n + 1, -2|$$

(qui met encore mieux en évidence le fait que D est une somme de deux carrés), et écrivons la suite des formes contiguës, en poussant jusqu'à celle, f_3, par laquelle recommence la deuxième période, composée cette fois de deux réduites seulement; nous aurons

	h	α.	β.	γ.	δ.
$f_0 = 2,\ 2n+1,\ -2$		1	0	0	1
....	....	.	.	.	.
$f_1 = -2,\ 2n+1,\ 2$	$-(2n-1)$	0	-1	1	$-(2n+1)$
$f_2 = 2,\ 2n+1,\ -2$	$2n+1$	-1	$-(2n+1)$	$-(2n+1)$	$-(4n^2+4n+2)$
....	....	...	....	....	....
$f_3 = -2,\ 2n+1,\ 2$	$(2n+1)$	$-(2n+1)$	$4n^2+4n+2$	$-(4n^2+4n+2)$	$8n^3+12n^2+10n+3.$

» La forme f_1 étant l'*inverse* de l'initiale f_0', et terminant (avec l'indice impair 1) la première demi-période de Gauss, c'est-à-dire la période de Lagrange, ne peut manquer de fournir une solution de l'équation proposée par les valeurs de α_1, δ_1, γ_1 de $a = 2$ et de $m = 1$. On trouve ainsi $t = \frac{2n+1}{2}$, $u = \frac{1}{2}$ qui donnent, en effet, $t^2 - D^2 = -1$; mais ces valeurs de t et u ne sont pas des nombres entiers, ainsi que le requiert l'énoncé. Il faut donc aller jusqu'à f_3, dont l'indice est pareillement impair et qui est la deuxième apparition de l'inverse de f_0. Prenant alors les valeurs de α_3, δ_3, γ_3 données par le Tableau, on trouve

$$t = 4n^3 + 6n^2 + 6n + 2, \qquad u = 2n^2 + 2n + 1;$$

c'est-à-dire les mêmes valeurs que par la première démonstration, et, par suite, la même conclusion.

» Il convient de remarquer qu'ici, où h est constamment égal à $\pm(2n+1)$:

» Les valeurs *numériques* des coefficients transformateurs sont celles

des termes d'une série récurrente ayant pour termes initiaux $x = 0$, $x_1 = 1$, $x_2 = 2n + 1$, et pour échelle de relation $2n + 1$, $+1$, en sorte que

» 1° $$x_{i+1} = (2n + 1)x_i + x_{i-1};$$

» 2° $$\alpha_{i+1} = \beta_i = \gamma_i = \delta_{i-1};$$

» 3° α_r et δ_r, de même indice quelconque r, sont de même parité, dès que $r > 1$, de sorte que leur demi-somme arithmétique est toujours un nombre entier;

» 4° Les γ_{2r+1}, de rang impair, sont toujours, dès que $r > 0$, divisibles par 2, en sorte que $\frac{\gamma}{a}$ est toujours entier, puisque $a = 2$.

» De ces remarques il s'ensuit que l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ est indéfiniment satisfaite, en prenant simultanément : pour u, la moitié de la valeur d'un terme quelconque de rang impair (sauf x_1) de la série récurrente qui vient d'être définie; pour t, la demi-somme arithmétique des termes de rang pair, dont l'un précède et l'autre suit celui-là dans la même série.

» Théorème II. — *Lorsque* $D = a^2(n^2 + 1)$, *n étant un entier quelconque, l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble en nombres entiers, à la condition qu'on prenne a égal: soit à l'un quelconque* x_{2i-1}, *premier ou non, des termes de rang impair d'une série récurrente ayant* 0, 1 *et* $2n$ *pour termes initiaux, et* $2n$, $+1$ *pour échelle de relation; soit à l'un des diviseurs de ce terme* x_{2i+1}, *s'il n'est pas premier.*

» La démonstration étant semblable à la deuxième du théorème I, je ne la reproduirai pas. Les valeurs de t et u sont données : pour u par le quotient de la division du terme de rang impair x_{2i-1} qu'on aura choisi, divisé par celui de ses diviseurs qu'on aura pris pour valeur de a; pour t, par la demi-somme des termes de rangs pairs, dont l'un précède et l'autre suit celui-là.

» Comme application, voici deux exemples, dont le premier s'applique, pour n quelconque, au cas où l'on prend $a = \gamma_5 = x_5$.

» Les valeurs successives des six premiers termes de la série récurrente étant

$$x_0 = 0, \quad x_1 = 1, \quad x_2 = 2n, \quad x_3 = 4n^2 + 1,$$
$$x_4 = 2n(4n^2 + 2), \quad x_5 = 16n^4 + 12n^2 + 1, \quad x_6 = 32n^5 + 32n^3 + 6n.$$

et γ_5 étant x_5, on a

$$\alpha_5 = x_4, \qquad \delta_5 = x_6$$

d'où

$$t = \frac{1}{2}[2n(4n^2+2) + 32n^5 + 32n^3 + 6n] = 16n^5 + 20n^3 + 5n,$$

et

$$u = \frac{\gamma_5}{a} = 1,$$

avec

$$D = a^2(n^2+1) = 256n^{10} + 640n^8 + 560n^6 + 200n^4 + 25n^2 + 1,$$

et comme t^2 a précisément pour valeur le second membre de D, privé de son dernier terme 1, il s'ensuit, à cause de $u^2 = 1$, que l'équation

$$t^2 - Du^2 = -1$$

est satisfaite.

» Pour le second exemple, concernant la seconde partie de l'énoncé, nous supposerons que l'on prenne pour a, non plus la valeur même d'un terme de rang impair dans la série, mais l'un des diviseurs de ce terme.

» Il faut évidemment, dans ce cas, quitter le domaine de l'Algèbre pure, donner à n une valeur numérique, telle que 7 par exemple, et choisir (au hasard) parmi les x_{2i+1}, l'un des termes *qui ne sont pas premiers;* la série numérique est, pour $n = 7$:

$$x = 0, \quad x_1 = 1, \quad x_2 = 14, \quad x_3 = 197, \quad x_4 = 2^2.3^2.7.11,$$
$$x_5 = 5.29.269, \quad x_6 = 548842, \text{ etc.},$$

soit pris $\gamma_5 = 5.29.269$ et $a = 269$, l'un des diviseurs de x_5, d'où

$$u = \frac{\gamma_5}{a} = 5.29 = 145$$

et $t = \frac{1}{2}(2772 + 548842) = 275807$; le calcul donne

$$t^2 - Du^2 = 76069501249 - 76069501250 = -1, \text{ etc.} \qquad \text{C. Q. F. T.}$$

» *Remarque.* — Si l'on fait $a = 1$ dans l'énoncé du théorème II, on obtient celui-ci, qui ne semble pas avoir été énoncé, sans doute à cause de son évidence, et qui néanmoins me paraît mériter d'être mentionné à côté du théorème I, dont il est, en quelque sorte, le précurseur ou le pendant :

» *Le carré d'un nombre entier quelconque, augmenté de l'unité, étant pris comme valeur de* D, *l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble.*

» Voici enfin un dernier théorème, négatif cette fois :

» Théorème III. — *Lorsque dans la formule* $D = a^2(n^2+1)$, *n est un multiple de a, l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est impossible.*

» En effet, si $n = ma$ ($m = 1, 2, 3, \ldots, m, \ldots$), les termes de la série récurrente écrits plus haut deviennent

$$x = 0, \quad x_1 = 1, \quad x_2 = 2ma, \quad x_3 = 4m^2a^2 + 1,$$
$$x_4 = 8m^3a^3 + 4ma, \quad \ldots;$$

on y voit que tous les termes de rang pair sont divisibles par a, tandis que ceux de rang impair, terminés par $+1$, ne le sont pas; donc $\frac{x_{2r+1}}{a}$ n'est jamais entier; l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ n'est donc pas résoluble en nombres entiers, et la seule possible est $t^2 - Du^2 = +1$, qui l'est toujours, comme l'on sait, quelle que soit la valeur de D. »

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète Giacobini.* Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Bischoffsheim.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les éléments paraboliques provisoires de la comète découverte à Nice le 18 courant par M. Giacobini, et calculés par ce dernier avec les observations des 19, 21 et 23 juin : les observations du 19 et du 23 sont de M. Javelle, celle du 21 a été faite à Bamberg et nous a été télégraphiée par M. Kreutz, directeur du *Centralstelle für astronomische Telegramme,* à Kiel.

Éléments :

T = 1898 juillet 17, 890 temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 16^\circ 19',1 \\ \Omega &= 278^\circ 21',9 \\ i &= 166^\circ 49',1 \end{aligned}\right\} 1898,0$$

$q = 1,5407$

» Comme le mouvement apparent du 18 juin le laissait pressentir, l'inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'écliptique est peu considérable. Les éléments montrent en outre que le mouvement réel de la comète est rétrograde.

» L'éclat de cet astre ne varie pas sensiblement. Son noyau, de 11e gran-

deur environ, a de 6″ à 7″ de diamètre; il est entouré d'une faible nébulosité concentrique qui mesure 30″ tout au plus.

» La nouvelle comète, comme la précédente du même astronome, a été découverte à l'aide de l'équatorial coudé de M. Lœwy.

» M. Giacobini a calculé, avec les éléments ci-dessus, l'éphéméride approchée suivante pour 12h, temps moyen de Paris :

1898.	Æ.	(P. Ⓟ.	log. Δ.
	h m	° ′	
Juillet 4	16.46,8	108.23	$\bar{1}$,769
» 6	16.21,7	106.51	
» 8	15.59,8	105.23	$\bar{1}$,817
» 10	15.40,9	103.59	
» 12	15.24,7	102.41	$\bar{1}$,873
» 14	15.10,9	101.31	
» 16	14.59,0	100.28	$\bar{1}$,930
» 18	14.48,8	99.32	
» 20	14.40,0	98.43	$\bar{1}$,985
» 22	14.32,8	98. 0	
Juillet 24	14.26,0	97.22	0,035

» *Nota.* — Sur notre demande, plusieurs observations de la comète nous ont été transmises obligeamment par MM. Stéphan, Baillaud et Gruey. Nous les aurions utilisées si le brouillard qui nous a empêché de la mesurer le 20 et le 21 avait persisté; elles nous ont permis néanmoins de contrôler celles de Nice, et nous les mettrons à profit dans une détermination ultérieure et plus précise des éléments de l'orbite. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Lecornu, *intitulé : « Sur l'équilibre d'une enveloppe ellipsoïdale soumise à une pression intérieure uniforme ».*

(Commissaires : MM. G. Darboux; Maurice Lévy, rapporteur.)

« Poisson a, le premier, mis en équation le problème de la recherche des tensions qui se produisent dans une surface matérielle supposée parfaitement flexible et inextensible, maintenue en équilibre par des forces extérieures. Prenant, comme variables indépendantes, deux des trois coordonnées cartésiennes d'un point de la surface, il a montré, en appliquant les équations d'équilibre intérieur auxquelles il était parvenu en même temps que Cauchy, que les trois tensions inconnues à déterminer en chaque

point de la surface donnée sont liées, entre elles, d'abord par une équation linéaire qui permet d'éliminer immédiatement l'une d'elles, puis par deux équations à dérivées partielles du premier ordre également linéaires, de sorte que la recherche de toutes les tensions est ramenée à l'intégration de deux pareilles équations, ou, si l'on veut, à l'intégration d'une seule équation linéaire à dérivées partielles du second ordre.

» Les équations de Poisson sont de forme très simple; son Analyse est assez laborieuse. Lamé lui a donné une forme intuitive qui rend le résultat immédiat. Mais il n'en tire aucune conséquence nouvelle.

» La question a été reprise, en 1880, par M. Lecornu dans un Mémoire publié au *Journal de l'École Polytechnique*, puis, un peu plus tard, en 1882, par Beltrami dans les *Mémoires de l'Institut de Bologne*, et enfin, en 1886, bien qu'à un point de vue plus géométrique que mécanique, par Weingarten au *Journal de Crelle*.

» M. Lecornu, dans son Mémoire de 1880, a établi les équations d'équilibre corrélatives de celles de Poisson, mais en rapportant la surface à un réseau de lignes orthogonales tracées sur elle. Il a démontré cette proposition fondamentale dans la matière : *Les équations qui régissent les deux forces élastiques normales et la force élastique tangentielle qui s'exercent sur les éléments des deux courbes coordonnées passant par chaque point d'une surface, dans le cas où elle n'est soumise à aucune force extérieure, sont identiques à celles qui régissent les variations qu'éprouveraient les courbures normales et la torsion géodésique de ces mêmes éléments, par une déformation infiniment petite de la surface*. S'il y a des forces extérieures, les équations restent les mêmes, sauf addition de seconds membres connus.

» M. Lecornu a fait cette autre remarque, conséquence de la précédente et qui ressort bien aussi des équations de Poisson : *que les caractéristiques de l'équation du second ordre à laquelle se ramène le problème sont les lignes asymptotiques de la surface considérée*.

» Le problème de Statique relatif à la recherche des tensions d'une surface en équilibre se trouve ainsi ramené au problème purement géométrique de la déformation infiniment petite de cette surface supposée inextensible, problème que M. Darboux a traité, avec une grande ampleur, dans le 4e Volume de ses *Leçons sur la Théorie des surfaces* et auquel il a rattaché, outre ses propres recherches, remontant à une Communication orale faite en 1873 à la Société Mathématique de France, celles de MM. Moutard et Ribaucour sur les couples de surfaces applicables l'une

sur l'autre que l'on obtient dans l'étude des surfaces à correspondance ponctuelle telle que deux éléments correspondants soient rectangulaires.

» Mais, en Mécanique, il ne suffit pas d'intégrer des équations différentielles, il faut déterminer les arbitraires introduites par l'intégration. Or, cette détermination, en ce qui touche les tensions d'une surface en équilibre, est le plus souvent impossible, faute de données suffisantes, tant qu'on suppose la surface inextensible. Ainsi, les tensions d'une calotte superficielle limitée par un bord fixe sont indéterminées tant qu'on ne suppose pas la surface élastique, c'est-à-dire extensible. Mais que deviennent les fonctions arbitraires entrant dans les équations intégrales, lorsque la surface en équilibre est fermée et que, par suite, il n'y a plus de condition au pourtour à remplir?

» Dans son Mémoire de 1880, M. Lecornu a montré que, pour un ellipsoïde de révolution, les fonctions arbitraires sont entièrement déterminées par la seule condition imposée aux tensions inconnues de rester finies sur toute la surface.

» Le premier et principal objet du Mémoire actuel du même auteur est d'étendre cette proposition au cas plus complexe d'une surface ellipsoïdale quelconque.

» On pourrait être tenté de mettre en doute l'intérêt d'une pareille démonstration pour une surface aussi particulière que l'ellipsoïde et penser que le mode d'équilibre d'une surface fermée quelconque doit être unique.

» Rien n'est moins évident, *a priori*, lorsque la surface est supposée inextensible et même la proposition n'est vraisemblable que pour les surfaces fermées convexes. Pour celles-ci, il semble qu'on puisse, en effet, l'établir en mettant à profit le rapprochement entre l'équilibre et la déformation infiniment petite, établi, comme nous l'avons dit plus haut, par M. Lecornu lui-même. Voici le raisonnement qu'on pourrait tenir :

» Les équations d'équilibre étant linéaires, il suffit, pour établir qu'un seul système de tensions répond à un système de forces extérieures données, de prouver qu'à des forces extérieures nulles ne peuvent correspondre que des tensions elles-mêmes nulles. Or, en l'absence de forces extérieures, les tensions, nous l'avons vu, sont proportionnelles aux variations de courbure résultant d'une déformation infiniment petite de la surface. Si donc on admet comme prouvé qu'une surface fermée convexe est indéformable, la proposition est établie.

» Mais l'indéformabilité d'une surface fermée convexe n'a pas été dé-

montrée par voie directe. On sait, d'après Cauchy, qu'une surface polyédrale convexe, dont les faces sont supposées rigides, est indéformable. On en conclut, par voie de limite, qu'il doit en être de même pour une surface fermée convexe. Mais une démonstration directe de la proposition ne serait pas inutile et offrirait sans doute de grandes difficultés à cause des restrictions que comporte la proposition : il faut que la surface soit convexe, il faut que la déformation se fasse sans plis, sans arêtes vives, sans changements brusques dans les courbures, toutes conditions qui doivent rendre une démonstration analytique fort délicate.

» Profitant toujours, mais en sens inverse, de l'identité entre le problème de Statique et le problème de Géométrie, on pourrait être tenté de recourir à quelque méthode analogue à celle par laquelle Dirichlet établit l'unité de solution des problèmes de l'équilibre de température et de l'équilibre élastique pour les corps à trois dimensions. Mais là il n'y a pas ces restrictions dont nous venons de parler, en sorte que la méthode, qui réussit là, ne réussirait sans doute pas ici.

» Ces considérations montrent que le problème, si particulier soit-il, que s'est proposé M. Lecornu a son intérêt, et la marche qu'il a suivie pour le résoudre en offre elle-même.

» Rapportant l'ellipsoïde à ses lignes de courbure, il n'a eu qu'à faire application de son Mémoire de 1880 pour trouver les équations qui régissent les trois tensions inconnues à déterminer en chaque point. Puis il a fait un changement de variables qui revient à rapporter provisoirement la surface à ses deux systèmes de génératrices rectilignes imaginaires. Il a pu combiner les équations ainsi obtenues de façon à n'avoir dans chacune d'elles qu'une seule inconnue et qu'en outre cette inconnue n'entre dans l'équation que par elle-même et une seule de ses dérivées partielles. Le problème s'est trouvé ainsi ramené à l'intégration d'une équation différentielle ordinaire et linéaire, c'est-à-dire à une quadrature, en remplaçant la constante d'intégration par une fonction arbitraire de celle des variables relativement à laquelle la dérivée de l'inconnue n'intervient pas.

» L'une des équations différentielles étant intégrée, l'autre s'ensuit par échange de lettres et, avec la relation en termes finis qui existe entre les trois tensions, toutes les inconnues sont obtenues à l'aide de deux fonctions arbitraires dépendant chacune d'un argument complexe.

» Cette simplification très grande d'un système d'équations qui, rapporté aux lignes de courbure, se présentait assez compliqué, s'explique si

l'on continue à ne pas perdre de vue l'identité du problème avec celui de la déformation infiniment petite de la surface envisagée. On sait, en effet, que toute surface réglée peut se déformer en restant réglée; la déformation ne dépend alors que d'un paramètre et, par suite, d'une équation différentielle ordinaire. Si la déformation est infiniment petite, cette équation différentielle est linéaire, n'exigeant, par suite, qu'une quadrature. Si l'on applique ce résultat successivement aux deux systèmes de génératrices de l'ellipsoïde et qu'on superpose les deux déformations infinitésimales qui en résultent, on obtient, et c'est là une remarque faite par M. Darboux dans ses *Leçons sur la Théorie des surfaces,* la déformation infinitésimale la plus générale de la surface. C'est l'équivalent de ces équations que M. Lecornu a obtenu par son analyse et c'est ce qui en explique le succès sans en amoindrir la valeur.

» La quadrature à laquelle il est amené est de celles que l'on peut faire; mais elle exige des calculs que M. Lecornu a jugés inabordables par voie directe. Il a appelé à son aide quelques propriétés des transcendantes elliptiques de Jacobi, bien que ces transcendantes doivent disparaître en dernière analyse, pour faire place à des expressions algébriques et réelles par le retour aux coordonnées elliptiques. Il particularise d'abord la fonction arbitraire introduite par la quadrature, de façon que l'expression intégrée reste finie sur toute la surface de l'ellipsoïde. Il s'ensuit que la fonction arbitraire à y ajouter doit elle-même rester finie pour qu'il en soit de même des tensions. Or, la variable imaginaire dont dépend cette fonction peut prendre toutes les valeurs possibles sur la surface de l'ellipsoïde. La fonction arbitraire uniforme et continue par la nature des choses est donc telle qu'elle ne puisse devenir infinie pour aucune valeur de sa variable. Il en résulte qu'elle se réduit à une constante, et comme il y a sur l'ellipsoïde des points pour lesquels cette constante est nulle, il s'ensuit qu'elle est identiquement nulle, et ainsi les expressions obtenues sont complètement déterminées. En revenant aux coordonnées elliptiques, elles prennent une forme algébrique très simple et très symétrique.

» M. Lecornu discute les résultats obtenus; il montre comment varient les tensions sur une ligne de courbure, en particulier sur les sections principales de l'ellipsoïde. Il détermine le réseau orthogonal formé par les lignes isostatiques, c'est-à-dire celles qui ne supportent que des tensions normales appelées par Lamé les *forces principales.* Ces lignes, en raison de leur orthogonalité même, rappellent jusqu'à un certain point

les lignes de courbure. Les points particuliers, pour lesquels les deux tensions principales sont égales, possèdent nécessairement cette propriété que tous les éléments linéaires qui y passent ne supportent que des tensions normales et égales entre elles. Ils rappellent les ombilics et M. Lecornu les appelle les *ombilics mécaniques*.

» A l'aide d'une ingénieuse représentation sur le plan, M. Lecornu se rend compte de l'allure générale des lignes isostatiques et établit quelques rapprochements entre elles et les lignes de courbure.

» En résumé, le travail de M. Lecornu constitue un exercice intéressant par la discussion complète à laquelle il se prête. Il montre, par un exemple précis, le lien étroit, découvert précédemment par l'auteur, qui existe entre le problème de l'équilibre intérieur d'une surface et celui de sa déformation infiniment petite. La Commission a, en conséquence, l'honneur d'en proposer l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*, bien qu'il soit à sa connaissance que l'auteur le destine à un autre Recueil. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J.-E. Bachelet adresse une Note intitulée : « Stoppeur automatique rendant impossible la collision des trains ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. S. Pillsbury adresse une Note sur « Une méthode de traitement de la tuberculose ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. Bergeaud soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Entomologie intertropicale. Particularités sur les mœurs de quelques insectes ».

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Perrier.)

M. **Willot** adresse un Mémoire « Sur la destruction des Nématodes et de tous les insectes qui se trouvent dans le sol, le phylloxera compris ».

(Commissaires : MM. Chatin, Schlœsing, Dehérain, Perrier et Müntz.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Paul Serret*, décédé à Paris le 24 juin 1898.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Recueil de données numériques publié par la Société française de Physique. — Optique, par M. *H. Dufet*. Premier fascicule : Longueurs d'onde, indices des gaz et des liquides ». (Présenté par M. Wolf.)

Un Ouvrage de M. *Émile Borel* ayant pour titre : « Leçons sur la théorie des fonctions ». (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial de* 0m, 188; par MM. **Ch. Trépied** et **J. Renaux**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Obs.
			m s	′ ″		
Juin 14..	*a* Cordoba n° 962	$8\frac{1}{2}$	−0.45,65	+ 3.13.4	8:8	T
15..	*b* Cordoba n° 981	$8\frac{1}{2}$	−2.54,08	+ 8. 1,0	8:8	T
15..	»	»	−2.57,96	− 7.17,0	10:10	R
16..	*c* Cordoba n° 449	8	−1.14,97	11.12,9	8:8	T
16..	»	»	+1.11,31	−11.52,9	10:10	R
17..	*d* Cordoba n° 425	$7\frac{1}{2}$	−1.51,65	+ 0. 4,5	10:10	T
17..	»	»	−1.57,27	− 0.54,6	10:10	R
18..	*e* Cordoba n° 119	$9\frac{1}{2}$	−1. 0,48	+ 4.21,9	10:10	T
18..	»	»	−1. 4,86	+ 3.39,3	10:10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 14.	*a*	16.15. 2,23	+4,23	−26.59.14,4	−13,2	Zones de Cordoba.
15.	*b*	16.15.18,22	+4,26	−27.41.11,7	−13,2	»
16.	*c*	16. 7.39,99	+4,24	−27.59.29,4	−14,0	»
17.	*d*	16. 7.18,47	+4,27	−28.47.41,2	−14,2	»
18.	*e*	16. 2.52,86	+4,28	−29.29.20,3	−14,8	»

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Obs.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Juin 14.	9.57. 6	16.15.52,11	$\bar{1},031_n$	−26.56.14,2	0,895	T
15.	9.32.52	16.12.28,40	$\bar{1},160_n$	−27.33.23,9	0,894	T
15.	9.59.34	16.12.24,52	$\bar{2},923_n$	−27.34. 7,9	0,899	R
16.	9.34.10	16. 8.59,20	$\bar{1},099_n$	−28.10.56,3	0,898	T
16.	9.58.54	16. 8.55,54	$\bar{2},935_n$	−28.11.36,3	0,902	R
17.	9.23.18	16. 5.31,09	$\bar{1},128_n$	−28.47.50,9	0,899	T
17.	9.58.59	16. 5.25,47	$\bar{2},699_n$	−28.48.50,0	0,904	R
18.	9.39.58	16. 1.56,66	$\bar{2},897_n$	−29.25.13,2	0,905	T
18.	10. 8. 8	16. 1.52,28	$\bar{2},084_n$	−29.25.55,8	0,907	R

» Juin 16. — La comète se présente sous la forme d'une nébulosité arrondie de 3′ environ de diamètre avec un noyau central dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de la grandeur 9,5. L'ascension droite et la déclinaison du noyau paraissent un peu plus faibles que celles du centre de la nébulosité.

» Les comparaisons se rapportent au noyau. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Giacobini.* Note de M. I. **Lagarde**, présentée par M. Lœwy.

« J'ai déduit les éléments qui suivent des observations faites à Paris les 19 et 21 juin par M. Bigourdan et le 23 juin par M. Fayet. Les calculs ont tous été faits avec cinq décimales et les observations ont été, préalablement, corrigées de la parallaxe et de l'aberration, au moyen des données déduites des éléments calculés par M. Kreutz.

Temps du passage au périhélie, 1898, juillet 26, 1523, temps moyen de Paris.

Longitude du périhélie	301°.13'.45"	Écliptique
Longitude du nœud	278.17.21	et équinoxe moyens
Inclinaison	166.51.17	de 1898,0.
Logarithme de la distance du périhélie	0,17536	

Représentation du lieu moyen :

$\cos\beta . d\lambda$	$+3''$
$d\beta$	$-1''$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Détermination d'une surface par ses deux formes quadratiques fondamentales.* Note de M. L. Raffy. (Extrait d'une lettre à M. G. Darboux.)

« Le problème qui consiste à *déterminer une surface, connaissant son élément linéaire* $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$ *et la forme quadratique invariante* $\delta\,du^2 + 2\delta'\,du\,dv + \delta''\,dv^2$, qui égalée à zéro définit les lignes asymptotiques, est un de ceux auxquels on se trouve le plus souvent ramené. La remarquable méthode du trièdre mobile, que vous développez au t. I de vos *Leçons*, ne s'appliquant pas immédiatement au cas général où la surface est rapportée à des coordonnées curvilignes *obliques*, vous trouverez peut-être quelque intérêt à la suivante, qui revient à déterminer seulement, mais à la fois, les cosinus directeurs a, b, c de la normale à la surface.

» Des deux relations de Gauss

$$H^2 a'_u = (F\delta' - G\delta)x'_u + (F\delta - E\delta')x'_v,$$
$$H^2 a'_v = (F\delta'' - G\delta')x'_u + (F\delta' - E\delta'')x'_v,$$

on tire aisément les formules que voici

$$\frac{\partial x}{\partial u} = \frac{F\delta' - E\delta''}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial u} + \frac{E\delta' - F\delta}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial v},$$
$$\frac{\partial x}{\partial v} = \frac{G\delta' - F\delta''}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial u} + \frac{F\delta' - G\delta}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial v},$$

et qui se réduisent à celles d'Olinde Rodrigues pour $F = \delta' = 0$. Elles montrent qu'il suffit de connaître a, b, c pour obtenir x, y, z par l'intégration de trois différentielles exactes.

» Or, connaissant E, F, G, δ, δ', δ'', on connaît par là même l'élément

linéaire $d\sigma^2$ de la représentation sphérique du réseau (u, v), et l'on a

$$a^2 + b^2 + c^2 = 1,$$
$$d\sigma^2 = da^2 + db^2 + dc^2 = E'\,du^2 + 2F'\,du\,dv + G'\,dv^2,$$

relations que l'on peut remplacer par le système équivalent

$$a = \frac{1 - \alpha\beta}{\alpha - \beta}, \qquad b = i\,\frac{1 - \alpha\beta}{\alpha - \beta}, \qquad c = \frac{\alpha + \beta}{\alpha - \beta},$$
$$4\,\frac{d\alpha\,d\beta}{(\alpha - \beta)^2} = E'\,du^2 + 2F'\,du\,dv + G'\,dv^2.$$

» Désignant par H'^2 le discriminant $E'G' - F'^2$, nous poserons

$$(1)\qquad \begin{cases} 2\,d\alpha = e^t\,(\alpha - \beta)\left(\sqrt{E'}\,du + \dfrac{F' + iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right), \\ 2\,d\beta = e^{-t}(\alpha - \beta)\left(\sqrt{E'}\,du + \dfrac{F' - iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right). \end{cases}$$

» Les conditions d'intégrabilité de ces deux expressions différentielles reviennent aux deux suivantes :

$$-\frac{2iH'}{\sqrt{E'}}\frac{\partial t}{\partial u} + iH'(e^t - e^{-t}) + 2\frac{\partial\sqrt{E'}}{\partial v} - 2\frac{\partial}{\partial u}\frac{F'}{\sqrt{E'}} = 0,$$
$$2iH'\frac{\partial t}{\partial v} - \frac{iH'}{\sqrt{E'}}\left[(F' - iH')e^t + (F' - iH')e^{-t}\right] - F'\frac{\partial E'}{\partial v} - \frac{\partial G'}{\partial u} = 0.$$

» Ce sont là deux équations de Riccati, relativement à la fonction e^t. Elles s'accordent (en vertu de la condition qui exprime que la courbure totale de $d\sigma^2$ est égale à l'unité) pour définir une fonction e^t dépendant d'une constante arbitraire.

» Une fois ces équations intégrées, l'expression

$$2\,\frac{d\alpha - d\beta}{\alpha - \beta} = e^t\left(\sqrt{E'}\,du + \frac{F' + iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right) - e^{-t}\left(\sqrt{E'}\,du + \frac{F' - iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right)$$

est une différentielle exacte, en vertu des conditions que vérifie e^t. On connaît donc la fonction $\alpha - \beta$, à un facteur constant près. Il suffit de la substituer dans l'une des équations (1) pour déterminer α et β, qui dépendront visiblement de trois constantes. Le rôle de ces arbitraires est bien connu. On sait qu'on peut leur assigner des valeurs déterminées.

» J'ai fait quelques applications de cette méthode, notamment au cas où la sphère est rapportée à une famille de géodésiques et à leurs trajectoires

orthogonales, ainsi qu'au cas où $d\sigma^2$ se présente sous la forme $\lambda(u, v)du\,dv$. Mais il est plus simple, dans ce dernier cas, de profiter du résultat élégant que vous avez donné au n° 52 de vos *Leçons* et qui revient au fond à ceci : *Étant données deux surfaces à courbures totales constantes et égales,* dont on connaît les lignes de longueur nulle, *on peut obtenir sans aucune intégration les relations finies qui réalisent l'application de ces surfaces l'une sur l'autre.*

» Cette conclusion, implicitement contenue dans votre texte, semble n'avoir pas été assez remarquée. Elle a certainement échappé à l'auteur d'un Travail assez récent (A. Wangerin, *Festschriften der Universität Halle-Wittenberg*, 1894) qui cite un passage du t. III de vos *Leçons* et, estimant que vous n'avez pas traité le problème, en donne une solution qui revient à effectuer les calculs dont on est dispensé par votre méthode. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le principe de correspondance.* Note de M. **H. Burkhardt**, présentée par M. Picard.

« I. Soit donnée, sur une courbe algébrique de genre p, une correspondance (α, β), c'est-à-dire une relation analytique entre deux points x, y de la courbe, telle que, le point $x(y)$ étant donné, il y ait $\beta(\alpha)$ positions possibles pour le point $y(x)$. On appelle *point de coïncidence* un point x qui coïncide avec l'un des points y qui lui correspondent. On sait qu'*en général* on peut définir un nombre entier k, positif, nul ou négatif, de telle manière que le nombre C des points de coïncidence soit égal à $\alpha + \beta + 2kp$; on appelle ce nombre *k la valeur* de la correspondance. Sur des courbes spéciales, il y a des correspondances exceptionnelles qui ne sont pas *à valeur*. En suivant la voie ouverte par M. Hurwitz pour le cas de $\alpha = \beta = 1$ (*Math. Ann.*, t. XLI, p. 406; 1893), on peut démontrer le théorème, valable tant pour les correspondances à valeur que pour les correspondances exceptionnelles :

» *Le nombre des coïncidences d'une correspondance* (α, β) *sur une courbe de genre p n'est jamais supérieur à* $(\alpha + \beta)(p + 1)$.

» Car, soit x_0 un point de la surface de Riemann représentant l'équation de la courbe, qui ne soit ni un point de Weierstrass, ni un point de coïncidence de la correspondance donnée. On peut former une fonction de la surface, qui devient infinie de l'ordre $p + 1$ exactement au point x_0 et qui ne devient infinie nulle part ailleurs. Soit z la valeur de cette fonction au point variable x; $z', z'', \ldots, z^{(\beta)}$ ses valeurs aux points $y', y'', \ldots, y^{(\beta)}$ qui

correspondent à x. Le produit

$$(z - z')(z - z'')\ldots(z - z^{(\beta)})$$

représente une fonction de x, univoque sur la surface. Il devient infini :

» De l'ordre $\beta(p+1)$ au point $x = x_0$;

» De l'ordre $p+1$ à chacun des α points x qui correspondent à $y = x_0$; nulle part ailleurs.

» Parmi ses zéros, on trouve les C points de coïncidence. Le nombre des zéros d'une fonction algébrique étant égal au nombre de ses infinis, on en conclut :

$$C \leqq (\alpha + \beta)(p+1) \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» La démonstration se trouverait en défaut si la fonction z prenait la même valeur dans deux points correspondants variables ; car alors le produit serait identiquement égal à zéro. Mais dans ce cas le point x_0 serait un point de coïncidence, contre l'hypothèse.

» Quand la correspondance est à valeur, on conclut :

$$k \leqq \tfrac{1}{2}(\alpha + \beta),$$

c'est-à-dire la valeur positive la plus grande possible est égale et opposée à la valeur négative la plus grande possible.

» En prenant pour x_0 un point de Weierstrass, on peut obtenir des limites plus serrées ; mais alors il faut excepter les correspondances pour lesquelles les points de Weierstrass sont des points de coïncidence.

» II. En se plaçant sous un autre point de vue, on peut *définir* le nombre k par l'équation $C = \alpha + \beta + 2kp$, même pour les correspondances exceptionnelles. Alors on peut se demander si ce nombre est toujours un nombre entier. Je ne sais pas si l'on a déjà remarqué qu'il est fractionnaire dans l'exemple suivant : La courbe $z^3 + s^2 - 1 = 0$ admet la correspondance $(1, 1) z' = \varepsilon z$, $s' = s$, ε étant une racine troisième de l'unité. Les points de coïncidence sont :

$$(s = \infty,\ z = \infty); \qquad (s = 1,\ z = 0); \qquad (s = -1,\ z = 0).$$

» On s'assure aisément, soit par des considérations algébriques, soit en introduisant comme variable uniformisante l'intégrale de première espèce

$$u = \int \frac{dz}{s},$$

que chacun de ces trois points ne doit entrer en ligne de compte que pour un seul point de coïncidence. Donc $C = 3$, $k = \frac{1}{2}$. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Extrait d'une lettre de M. **Van der Waals** à M. H. Becquerel.

« Les *Comptes rendus* du 13 juin renferment une Note de M. Daniel Berthelot, *Sur le mélange des gaz*, au sujet de laquelle je voudrais faire quelques remarques que je vous prie de communiquer à l'Académie.

» M. D. Berthelot admet, pour la compression d'un mélange, une formule analogue à celle d'un gaz simple, et bien de la forme

$$\left(p + \frac{A}{v^2}\right)(v - B) = R_1 T.$$

» C'est précisément la forme que j'ai admise pour un mélange dans ma *Théorie moléculaire d'une substance composée de deux matières différentes* (*Arch. Néerl.*, t. XXIV; 1891). Quant à la forme de la formule je suis donc d'accord avec lui. Mais, quant à la valeur de A et B, il y a une différence entre les suppositions de M. D. Berthelot et celles que j'ai pu admettre, principalement quant à la valeur de A. J'ai posé

$$A = a_1(1 - x^2) + 2a_{1.2}x(1 - x) + a_2 x^2,$$

ce qui, dans la supposition de M. D. Berthelot, devient

$$A = \frac{p^2\alpha_1 + 2pq\alpha_{1.2} + q^2\alpha_2}{(p+q)^2}$$

tandis que M. D. Berthelot écrit

$$A = \frac{p^2\alpha_1 + 2pq\sqrt{\alpha_1\alpha_2} + q^2\alpha_2}{(p+q)^2}$$

croyant que par raison de symétrie, il faut conclure

$$\alpha_{1.2} = \sqrt{\alpha_1\alpha_2}.$$

» J'ai toujours cru que quant à la valeur de α_{12} on ne peut rien conclure *a priori* du principe de symétrie; il s'ensuit seulement que le second terme de A doit renfermer les coefficients p et q de la même manière; mais quant à la valeur de $\alpha_{1.2}$ elle pourrait être tout autre que $\sqrt{\alpha_1\alpha_2}$. L'attrac-

tion moléculaire ne dépend pas simplement du poids moléculaire, mais possède quelque chose de spécifique, dont on n'a pas encore trouvé la cause, mais qui pourtant subsiste.

» J'ai pu me convaincre par les propriétés des courbes critiques (courbes de plissement de ma théorie) [1] que deux cas peuvent être distingués

$$\alpha_{1.2} < \sqrt{\alpha_1 \alpha_2} \quad \text{et} \quad \alpha_{1.2} > \sqrt{\alpha_1 \alpha_2}.$$

» Selon mes vues il n'est donc pas possible de calculer la densité d'un mélange en ne connaissant que les propriétés des gaz qui le composent, comme M. D. Berthelot a fait. Il faut en outre connaître la valeur de $\alpha_{1.2}$. Il se peut bien que dans beaucoup de cas la valeur de $\alpha_{1.2}$ s'éloigne peu de $\sqrt{\alpha_1 \alpha_2}$, mais la densité calculée dans cette hypothèse ne peut être regardée que comme approchée. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Note de M. **Daniel Berthelot.**

« Les observations présentées au sujet de ma Note récente sur le mélange des gaz par M. Van der Waals, et sur le fond desquelles je suis entièrement d'accord avec l'éminent physicien hollandais, dont les travaux ont jeté une si vive lumière sur la théorie des gaz, m'engagent à préciser quelques points, sur lesquels la brièveté de ma rédaction ne m'avait pas permis d'insister.

» Le but de ma Note était surtout d'établir le mode de raisonnement applicable aux cas de ce genre. Si l'on prend deux gaz sous une pression quelconque, et si on les mélange, il paraît difficile de rien prévoir sur les effets du mélange, ces deux gaz n'étant pas dans des états comparables.

» J'ai fait voir que, pour surmonter cette difficulté, il faut supposer qu'on détende les gaz séparés jusqu'à une pression infiniment faible, qu'on les mélange alors, puis qu'on comprime le mélange.

» Mais pour appliquer ce raisonnement à des cas réels, pour déduire par exemple en toute rigueur la densité d'un mélange de celle de ses constituants, il serait nécessaire, comme l'indique M. Van der Waals, de connaître non seulement la loi de compressibilité des gaz séparés, mais encore

---

(1) *Verslag. koninkl. Akademie Amsterdam,* nov. 1897, dont la traduction paraîtra prochainement dans les *Arch. Néerl.*

celle du mélange même ([1]). Or, nous manquons presque entièrement de données expérimentales sur ce point.

» A défaut d'expériences directes, je me suis demandé dans le cas auquel je me suis expressément borné dans toutes mes Communications, cas très restreint au point de vue physique et analytique, bien que particulièrement important au point de vue chimique, celui d'une pression voisine de la pression atmosphérique, si l'on ne pourrait pas y suppléer par une hypothèse simple, dont on vérifierait ensuite les conséquences. C'est à ce titre que j'ai admis $\alpha_{1.2} = \sqrt{\alpha_1 \alpha_2}$; et de fait, les vérifications numériques se sont trouvées fort satisfaisantes, même pour des gaz comme l'anhydride sulfureux, qui s'écartent notablement de la loi de Mariotte. Ce résultat méritait d'être signalé, l'énoncé classique de Dalton sur le mélange des gaz, aussi bien que l'énoncé dans lequel on substitue les volumes aux pressions, étant également en défaut dans ce cas.

» Si l'on s'éloignait du voisinage de la pression atmosphérique, le mode de raisonnement que j'ai proposé serait encore applicable; mais des expériences nouvelles deviendraient sans doute nécessaires pour fixer les coefficients de la formule de compressibilité du mélange.

» La question de la compressibilité d'un mélange de gaz au voisinage du point critique est en effet un problème beaucoup plus complexe que celui que j'ai abordé; on n'arrivera sans doute à l'élucider qu'en suivant la voie tracée par les belles expériences de MM. Cailletet, Van der Waals et Kuenen, et par les profondes recherches théoriques de M. Van der Waals. »

([1]) *Cf.* la remarque analogue que je faisais sur le mélange tonnant, $H^2 + O$ (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1031; 1898). On sait d'ailleurs que le mélange préparé par électrolyse ne répond pas en général à la composition exacte $H^2 + O$, mais renferme un excès d'hydrogène, à cause de la formation de produits secondaires (acide persulfurique et eau oxygénée, ou peroxydes alcalins). C'est ainsi que M. Morley, ayant trouvé que la densité par rapport à l'oxygène du mélange résultant de l'électrolyse d'une solution alcaline était égale à 0,37475 (M. Leduc a trouvé 0,37479), a constaté, en analysant les mélanges qu'il avait obtenus, qu'ils renfermaient un excès d'hydrogène lequel représentait de 0,00019 à 0,00042 du volume total du gaz : ce qui entraîne une correction de 0,00057 à 0,00126 pour la valeur du rapport $H^2 : O$ qui exprime la composition en volumes de l'eau (*Zeitschrift für physik. Chemie*, t. XX, p. 430; 1896).

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente (¹) M. Daniel Berthelot a montré comment on peut retrouver, par un calcul où il utilise les données numériques de nos expériences sur la compressibilité et la densité des gaz, les résultats que nous avons obtenus, M. Sacerdote et moi, dans l'étude du mélange des gaz.

» L'accord du calcul et de l'expérience est particulièrement remarquable en ce qui concerne le mélange $CO^2 + SO^2$. M. Berthelot trouve en effet que ce mélange effectué à 0°, sous la pression atmosphérique, doit donner lieu à une augmentation de volume (ou de pression) de 0,0019, alors que les nombres obtenus par nous sont compris entre 0,0018 et 0,0019.

» L'écart peut être attribué aux erreurs, très petites mais nombreuses, des diverses expériences, aussi bien qu'à l'imperfection de la loi de Van der Waals et du principe sur lequel s'appuie M. D. Berthelot.

» Je dirai même plus : à mon avis la coïncidence est trop parfaite, grâce à ces diverses causes.

» Je crois utile d'insister à ce sujet sur un point que j'ai déjà fait ressortir : *bien que les données critiques des gaz mélangés, que le calcul fait intervenir seules, jouent le rôle principal pour les gaz faciles à liquéfier, il faut tenir compte aussi, en général, de leur atomicité et de leur masse moléculaire.*

» J'ai montré, en effet, que le mélange de l'azote et de l'argon pour former l'azote atmosphérique donne lieu à une augmentation de volume de 0,0001 environ, que l'on ne trouverait pas en appliquant le calcul de M. D. Berthelot.

» D'autre part, il ressort de mes diverses expériences relatives à la composition de l'eau que le mélange $H^2 + O$ a lieu avec une augmentation de volume de 0,00025 environ, tandis que ce même calcul donne seulement 0,00004. »

(¹) *Comptes rendus*, séance du 13 juin 1898.

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique de l'air à pression constante.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« D'après Regnault, la chaleur spécifique C de l'air sous la pression atmosphérique est sensiblement indépendante de la température et égale à 0,2375.

» Ayant à faire usage, dans une prochaine Note, de cette chaleur spécifique, je désire appeler l'attention sur une erreur importante, qui ne paraît pas avoir été signalée jusqu'ici.

» Après avoir constaté ([1]) que la détente du gaz entre le régulateur de débit et l'atmosphère a lieu pour les trois quarts dans le réchauffeur et pour un quart seulement dans le calorimètre, Regnault recherche directement si la détente dans ce dernier produit une absorption de chaleur sensible.

» A cet effet, il remplace le réchauffeur par un bain d'eau à une température voisine de celle du calorimètre, et opère exactement comme pour déterminer une chaleur spécifique.

» Mais il calcule au contraire, au moyen de celle-ci déjà connue et des divers renseignements accoutumés, la température finale du calorimètre, corrigée du refroidissement, etc.

» Dans un premier essai où 130^{gr} d'air sont débités en six minutes, la température du calorimètre s'élève de 0°,35, tandis que le calcul donne 0°,40. Il y a donc un déficit de 0°,05. Or, dans l'expérience correspondante (c'est-à-dire dans laquelle la même masse d'air est débitée dans le même temps, le réchauffeur étant à 180° environ), la température s'élevait de 8°.

» L'effet de la détente était donc $\frac{1}{160}$ environ de la quantité mesurée.

» Dans un deuxième essai à blanc où 163^{gr} d'air s'écoulent en sept minutes, Regnault constate un déficit de 0°,07 alors que dans l'opération correspondante l'élévation de température est de 11°,2. L'effet de la détente est encore de $\frac{1}{160}$.

» C'est sans doute par inadvertance que Regnault déclare cet effet négligeable puisqu'il écrit ses nombres avec cinq décimales.

» Quoi qu'il en soit, les résultats de Regnault, relatifs à l'air, sont entachés d'une erreur systématique, du fait de la détente, d'environ $\frac{1}{160}$. Son résultat moyen 0,2375 doit donc être porté à 0,239, indépendamment de toute autre considération, et tout porte à croire que ce nombre est approché par défaut.

([1]) *Relation des expériences,* t. II, p. 106.

» Notons que c'est justement le nombre trouvé par E. Wiedemann ([1]) comme moyenne de résultats partiels compris entre 0,2374 et 0,2414.

» J'aurai l'occasion de revenir sur la chaleur spécifique de l'anhydride carbonique. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiation des manchons à incandescence.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **O. Boudouard**.

« Pour expliquer le rendement lumineux élevé des becs Auer de nombreuses théories ont été proposées, invoquant toutes quelques phénomènes exceptionnels. Nous nous proposons de montrer ici que chacune de ces théories est en contradiction avec l'observation directe des faits et que les lois ordinaires du rayonnement suffisent pour rendre compte du fonctionnement des manchons à incandescence.

» La *luminescence*, c'est-à-dire une sorte de fluorescence par laquelle certaines radiations des corps incandescents seraient transformées en radiations de longueur d'onde différente, sert de base à l'explication la plus souvent donnée de l'éclat considérable des manchons aux terres rares. Cette théorie a été formulée la première fois par MM. Nichols et Snow ([2]) pour expliquer l'incandescence de l'oxyde de zinc; elle suppose que, pour certaines radiations, le pouvoir émissif du corps est supérieur à l'unité. Ces savants se sont contentés de montrer que le pouvoir émissif de l'oxyde de zinc était supérieur à celui du platine; mais, comme celui-ci n'est que de 0,25, la preuve n'est pas concluante. Nous avons étudié le pouvoir émissif de smanchons Auer en recouvrant la surface d'un couple thermo-électrique d'une pâte de même nature et mesurant le rapport de l'intensité de la radiation superficielle à celle du fond de fissures mettant à nu le platine. Les nombres obtenus ainsi sont erronés par excès à cause du défaut de profondeur des fissures qui ne réalisaient pas rigoureusement une enceinte close à température uniforme.

Température.	Rouge $\lambda = 659$.	Vert $\lambda = 546$.	Bleu $\lambda = 460$.
1200°	0,25	0,40	1
1600°	0,50	0,80	1

([1]) *Philosop. Mag.*, 5e série, t. II, p. 94, 1876.

([2]) *Phil. Mag.*, t. XXXIII, p. 19; 1892.

» Des résultats semblables ont été obtenus en comparant à température égale la radiation des manchons à celle de l'oxyde magnétique de fer qui, au moins dans le rouge et le vert, se comporte comme un corps sensiblement noir.

» Le pouvoir émissif des manchons étant, à toute température et pour toute radiation, inférieur à l'unité, il n'y a pas lieu d'admettre l'existence du phénomène spécial de luminescence. On a seulement affaire à un corps dont le pouvoir émissif est différent d'une radiation simple à une autre et varie inégalement avec la température. C'est le cas de tous les corps colorés sans exception, et il n'y a peut-être pas dans la nature un seul corps qui ne soit plus ou moins coloré.

» Un *pouvoir émissif* exceptionnel a été indiqué par S. John [1] comme la cause principale du rendement lumineux du manchon. En fait, son pouvoir émissif est inférieur à celui de beaucoup d'autres corps tels que Fe^3O^4, U^2O^3, etc., dont le rendement est au contraire très faible. Ce rendement, d'ailleurs, devrait plutôt varier en raison inverse du pouvoir émissif, comme le montre l'éclat de la chaux et de la magnésie employées pour la lumière oxhydrique. Le faible pouvoir émissif de ces corps les oblige à prendre une température plus élevée pour pouvoir diffuser par rayonnement l'énergie qu'ils reçoivent au contact des gaz chauds, et l'on sait que plus la température est élevée, plus la proportion relative des radiations lumineuses devient grande, au moins dans le cas des corps non colorés.

» Voici quelques résultats obtenus en plaçant au même point de la flamme d'un brûleur Bunsen la soudure d'un couple, aplatie en un disque de 1^{mm},5 de diamètre et recouverte de différents oxydes. Les intensités sont exprimées en prenant comme unité la radiation correspondante du platine fondant.

Corps.	Température.	Rouge.	Vert.	Bleu.
Platine...........	1290°	10^{-2} × 8,5	10^{-2} × 4	10^{-2} × 1,4
Oxyde de fer......	1080	1,5	0,48	0,1
Manchon Auer....	1380	7,0	12,5	12,5
Oxyde de thorium.	1290	1,45	1,4	0,3
Oxyde de cérium..	1110	1,90	0,7	0,15
Oxyde d'urane.....	1070	0,30	0,25	0,05
Oxyde de lanthane.	1250	4	3,1	1,8

(1) *Wied. Ann.*, t. LVI, p. 433; 1898.

» On voit que le platine, par exemple, dont le pouvoir émissif est le quart de celui du fer, donne cependant dix fois plus de lumière.

» Une *température* extraordinairement élevée du manchon, supérieure à 2000°, serait, d'après M. Bunte ([1]), la cause principale de son éclat. Cette température résulterait d'une action catalytique des oxydes qui provoquerait la combustion dans les pores mêmes du manchon. Nous avons reconnu qu'en réalité, à une température donnée, l'éclat est le même, que la matière incandescente soit chauffée dans un mélange gazeux en combustion ou dans des fumées chaudes, mais déjà complètement brûlées. Là où les réactions de combustion sont achevées les actions de présence ne peuvent jouer aucun rôle.

» En outre, la température n'est pas exceptionnellement élevée; elle ne diffère pas, aux erreurs expérimentales près, de celles des particules du charbon en suspension dans la flamme ordinaire du gaz, soit en nombres ronds 1650°. Pour déterminer cette température nous avons comparé l'éclat des filaments d'un bec Auer ordinaire, petit modèle, en service depuis plusieurs mois, avec l'éclat d'une matière semblable placée sur la soudure d'un couple.

» L'éclat en fonction de celui du platine a été, pour un filament de la partie moyenne de la région brillante d'un bec Auer :

Rouge.	Vert.	Bleu.
$10^{-2} \times 23$	$10^{-2} \times 42$	$10^{-2} \times 41$

» L'éclat de la même matière placée sur un couple a été :

Température.	Rouge.	Vert.	Bleu.
1100°	$10^{-2} \times 0,23$	$10^{-2} \times 0,17$	$10^{-2} \times 0,13$
1300	1,9	3,1	2
1500	14	28	17
1700	35	78	40

» La température du manchon résultant de la comparaison de ces chiffres varie de 1590° à 1710° suivant la radiation utilisée; cet écart donne une idée du degré d'approximation que comportent de semblables expériences.

» En résumé, la théorie du bec Auer peut être ainsi formulée : le manchon est composé d'une matière dont le pouvoir émissif à la température

([1]) *Ber.*, XXXI, 5 (1897).

où il fonctionne est différent pour les différentes radiations, c'est donc, au moins à cette température, ce que l'on appelle un *corps coloré*. Son rendement avantageux résulte de ce que son pouvoir émissif très grand, voisin de l'unité pour les radiations bleue, verte et jaune, est moindre pour le rouge, et sans doute beaucoup plus faible encore dans l'infra-rouge. La proportion d'énergie rayonnée sous forme de radiations visibles est par suite très grande; cependant la valeur absolue de l'énergie ainsi rayonnée sous forme lumineuse est moindre que celle qui serait émise par un corps noir pris à la même température. Mais un corps noir semblable placé dans les mêmes conditions de chauffage et avec une même étendue de surface rayonnante prendrait seulement une température beaucoup plus basse et n'aurait alors qu'un rendement lumineux très faible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent et réaction inverse* [1]. Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« Le sulfure d'argent peut être réduit par l'hydrogène. Ce fait a été mis en évidence, en 1879, par M. Margottet, qui a montré qu'il suffit de chauffer le sulfure d'argent cristallisé pendant quelques heures, vers 500°, en tube scellé, dans une atmosphère d'hydrogène, pour constater la réduction. L'argent mis en liberté est sous forme de fils très fins, semblables à l'argent filiforme de la nature.

» Inversement, l'hydrogène sulfuré attaque l'argent, comme l'a montré M. Berthelot.

» Le but de cette Note est de rendre compte d'expériences entreprises pour étudier ces deux réactions inverses.

» Des tubes scellés, renfermant de l'hydrogène sulfuré et de l'argent, ou de l'hydrogène et du sulfure d'argent, sont maintenus pendant un temps suffisamment long à une température fixe. Au bout de ce temps, on les refroidit brusquement. L'analyse du mélange gazeux contenu dans les tubes donne la proportion d'hydrogène sulfuré qu'ils renferment à la température de l'expérience :

» 1° Dans un système qui renferme initialement de l'hydrogène et du sulfure d'argent, il se forme, à une température supérieure à 250°, de l'hy-

(1) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille (laboratoire de Chimie générale).

drogène sulfuré dont la proportion dans le mélange *croît* d'abord avec le temps, puis demeure *invariable*.

» 2° Dans un tube où l'on a enfermé, au contraire, de l'hydrogène sulfuré et de l'argent métallique, la proportion d'hydrogène sulfuré *diminue*, par suite de la formation de sulfure d'argent et d'hydrogène, jusqu'à *une certaine valeur limite*.

» 3° *Pour une même valeur de la température, supérieure à* 350°, *les deux limites sont identiques*.

» Les deux réactions en question se limitent l'une l'autre, et, dans ces conditions de température, on peut observer une série d'états d'équilibre du système :

Argent, sulfure d'argent, hydrogène, hydrogène sulfuré.

» Désignons par ρ le rapport de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale du mélange.

» *La valeur de ce rapport diminue lentement quand la température s'élève.* La courbe représentative des valeurs de ρ en fonction de la température se rapproche de l'axe des abscisses à mesure que la température va en croissant; entre 360° et 700°, cette courbe se confond avec une portion de droite qui passe par les points

$$[\rho = 0,21,\ t = 360°], \qquad [\rho = 0,16,\ t = 700°].$$

» Ces résultats sont en complet accord avec la loi du déplacement de l'équilibre par les variations de la température si l'on admet que la réaction

$$Ag^2S(\text{cristallisé}) + H^2(\text{gaz}) = H^2S(\text{gaz}) + Ag^2(\text{solide})$$

qui, à 15°, est exothermique, l'est encore à la température de nos expériences.

» 4° Quel que soit le système initial, *l'équilibre est obtenu en un temps d'autant plus long que la température est plus basse*. Tandis qu'à 360° il faut cent soixante heures pour atteindre la composition limite, à 440° il ne faut plus que quarante heures, et à 580° il faut à peine quelques minutes.

» 5° Aux températures supérieures à 580° l'équilibre s'établissant en un temps comparable à la durée du refroidissement des tubes, il faut tourner la difficulté de la manière suivante : Le tube employé sort, en grande partie, du fourneau de manière que l'une de ses extrémités puisse être

tenue à la main [1]. L'équilibre étant établi, on retire brusquement le tube du fourneau, et on le tient verticalement, l'extrémité froide étant en bas. Le morceau d'argent sulfuré tombe alors dans cette portion froide et se refroidit assez brusquement pour que le mélange gazeux n'ait plus d'action sensible sur lui.

» 6° *Pour une valeur déterminée de la température, la valeur limite de* ρ *est indépendante de l'état physique de l'argent ou du sulfure d'argent.*

» 7° *Cette valeur limite est encore la même si, dans le tube scellé, on met initialement du soufre, de l'argent et de l'hydrogène.*

» 8° Nous avons pu observer que, dans la réaction de l'hydrogène sur le sulfure d'argent, l'argent mis en liberté ne se présente sous forme de fils que si la température est inférieure à 580°.

» Aux températures plus élevées, les morceaux de sulfure d'argent sont recouverts, à la fin de l'expérience, d'une couche presque uniforme d'argent métallique.

» Les plus beaux échantillons d'argent filiforme sont obtenus quand on chauffe le sulfure d'argent cristallisé et l'hydrogène, en tube scellé, à 440°.

» Si l'Académie veut bien nous le permettre, nous donnerons, dans une prochaine Note, les résultats d'expériences entreprises sur l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'argent à des températures inférieures à 350°. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation du carbure de lithium* [2]. Note de M. **Guntz**.

« Pour déterminer la chaleur de formation de ce composé, il suffit de mesurer la chaleur dégagée par la dissolution dans l'eau d'un poids connu de carbure de lithium; j'ai trouvé ainsi que, vers 17°,

$$C^2Li^2 \text{ sol.} + n\,H^2O \text{ liq.} = 2\,LiOH \text{ diss.} + C^2H^2 \text{ gaz dégagé} \ldots\ldots + 37^{Cal},10$$

Ce nombre est la moyenne de trois expériences ayant donné

$$+ 36,65, \quad + 37,27, \quad + 37,25.$$

(1) Ce mode opératoire n'a pas d'inconvénient, car nous avons observé que l'expérience conduit aux mêmes résultats si l'on chauffe le tube dans toute son étendue ou seulement dans l'une de ses parties.

(2) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

» Pour éviter la correction due à la solubilité de l'acétylène dans le liquide calorimétrique, la décomposition se faisait dans un appareil en verre plongé dans le calorimètre : C^2H^2 se dégageant librement dans l'atmosphère. On vérifiait chaque fois par titrage la quantité de carbure réel employé. Dans deux expériences on a tenu compte du carbone libre, dans la troisième on avait du carbure pur.

» Cette donnée suffit pour calculer la chaleur de formation du carbure de lithium connaissant la chaleur de dissolution dans l'eau du lithium.

» J'ai ainsi trouvé :

$$C^2 \text{ diamant} + Li^2 \text{ sol.} = C^2Li^2 \text{ sol.} \ldots\ldots + 11^{Cal},5$$

» Ce nombre est considérable; il est beaucoup plus grand que les valeurs correspondantes trouvées pour CaC^2 et NaC^2; il explique la facilité de formation de ce composé dans diverses circonstances.

» Pour préparer Li^2C^2, j'ai chauffé du lithium métallique avec du carbone, mais pour réussir il y a un certain nombre de précautions à prendre. Dans un tube de porcelaine vernissée, on place un deuxième tube en verre peu fusible et, dans ce deuxième tube, on met la nacelle en fer contenant le mélange de carbone et de lithium (en général, poids égaux des deux substances). On ferme alors le tube de porcelaine avec de bons bouchons et l'on fait le vide dans l'appareil que l'on porte ensuite au rouge sombre pendant une demi-heure.

» Si l'on prend comme carbone du charbon de sucre, même fortement calciné, il y a combinaison avec incandescence lorsqu'on opère sur 2^{gr} ou 3^{gr} de lithium par suite de la formation de LiH; l'acétylène préparé avec ce composé renferme toujours des traces d'hydrogène. Le carbure de lithium se produit aussi, mais sans incandescence, lorsqu'on emploie du carbone ayant été chauffé dans l'arc électrique, ou du graphite de fonte. Il se forme également avec le carbone diamant.

» Pour le montrer, j'ai chauffé dans le vide, dans un tube de verre et dans une nacelle en fer, des fragments de diamant taillé; on constate après, en regardant le diamant au microscope, la disparition du poli par suite de la formation de figures d'érosion caractéristiques de l'attaque.

» Dans la préparation du carbure de lithium, il faut employer un double tube, parce que sans cette précaution, les vapeurs de lithium, attaquant le tube de porcelaine, en provoquent presque toujours la rupture : le vide est nécessaire, car au rouge le lithium absorbe tous les gaz sauf l'argon. On ne doit pas chauffer au rouge vif le tube, car, dans le vide, le carbure de li-

thium se dissocie trop rapidement en carbone et lithium; la dissociation commence déjà dans le vide au rouge sombre.

» En opérant ainsi on obtient une masse grise, quelquefois colorée en jaune par un peu de fer, qui est le carbure de lithium cherché. Si l'on chauffe trop longtemps, il est sali par du charbon.

» Je n'ai pu obtenir ce composé par la méthode ayant permis à M. Matignon de préparer le carbure de sodium pur, par suite de la facilité avec laquelle le lithium fondu attaque le verre, ni par le procédé de M. Moissan, ne disposant pas de l'énergie électrique suffisante.

» En chauffant électriquement 1^{gr} à 2^{gr} du mélange de $C^2 + Li^2CO^3$ indiqué par M. Moissan, j'ai volatilisé toujours totalement le carbonate de lithine sans obtenir trace de carbure de lithium, ce qui tient à ce que la température assez élevée pour volatiliser Li^2CO^3 ne l'était pas assez pour le dissocier en ses éléments et donner du lithium libre, condition nécessaire pour obtenir du carbure.

» Le carbure de lithium possède une propriété intéressante : lorsqu'on le chauffe avec du chlorure de lithium fondu, ou le mélange fusible $LiCl + KCl$, il se décompose en donnant $Li^2Cl +$ du charbon. Mais, à haute température, Li^2Cl se dissocie en donnant $LiCl + Li$.

» Le lithium attaque le carbone mis en liberté pour redonner du carbure; il y a donc, aux températures élevées, un équilibre : la réaction est réversible. Elle explique pourquoi on ne peut, pour électrolyser LiCl, employer une tige de charbon comme pôle négatif, car, à la température d'électrolyse, le lithium formé attaque le carbone pour donner du carbure qui, se diffusant dans la masse de chlorure, s'y décompose en donnant du charbon qui, en restant en suspension dans le liquide, empêche tout rendement convenable en lithium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les fonctions organiques pouvant se combiner au sulfate mercurique. Cas des acétones*. Note de M. G. **Denigès**.

« I. Dans de précédentes Communications (¹), j'ai montré que le sulfate mercurique pouvait fournir, avec la plus grande facilité, des combinaisons insolubles, bien définies, avec le thiophène et les carbures éthyléniques et qu'on pouvait utiliser ces propriétés soit pour le dosage pondéral

(¹) *Comptes rendus*, 18 mars et 18 avril 1895; 18 avril et 1ᵉʳ mai 1898.

ou volumétrique de certaines de ces substances, soit pour la diagnose d'autres fonctions dérivées.

» Étant donné que les produits signalés plus haut comme pouvant se combiner au sulfate de mercure renferment des corps ou des groupements non saturés, $(=S)$, ou à liaisons multiples, $C=C$, je me suis proposé de préparer des composés mercuriels du même ordre avec des fonctions chimiques agissant comme possédant des valences latentes ou de multiples liaisons.

» J'ai laissé évidemment de côté, dans cette étude, les fonctions organiques qui contractent des combinaisons avec d'autres sels mercuriques que le sulfate; telles sont :

» 1° Les *dérivés azotés* (amines grasses ou aromatiques, amides, alcaloïdes, albuminoïdes);

» 2° Les *dérivés sulfurés acycliques* (mercaptans, sulfures allyliques);

» 3° Les *phénols* (phénol ordinaire, tannins, etc.);

» 4° Les *carbures acétyléniques*, dont des combinaisons mercurielles diverses ont été décrites assez récemment par Kutscheroff.

» Ces combinaisons ont, en effet, été déjà étudiées, au moins en partie, et la plupart d'entre elles sont des dérivés de substitution, et non d'addition, comme celles dont il s'agit dans ce travail.

» Je réunis, dans le Tableau suivant, l'ensemble des principaux corps qui m'ont donné, avec le sulfate de mercure, des composés nettement définis.

Corps à valences latentes.............		*Thiophène et ses dérivés.*	
Corps à liaisons multiples	carbonées,	*Carbures éthyléniques*	*et leurs dérivés.*
		Carbures benzéniques	
		Carbures terpéniques	
	oxygénées et carbonées,	*Aldéhydes.*	
		Acétones.	

» Le réactif mercurique que j'ai exclusivement utilisé pour ces recherches est le même que celui dont j'ai déjà donné la formule antérieurement, et qui est préparé en dissolvant 5^{gr} d'oxyde de mercure dans un mélange de 20^{cc} d'acide sulfurique et de 100^{cc} d'eau.

» J'indiquerai succinctement, aujourd'hui, les résultats qu'il m'a donnés avec les acétones de la série grasse.

» II. Lorsqu'on chauffe à l'ébullition, au réfrigérant ascendant, pendant deux à quatre minutes, une acétone grasse avec un *très grand excès* de

réactif mercurique (1^{cc} au plus d'acétone pour 250^{cc} de SO^4Hg), il se forme, soit dans le cours même de l'ébullition (acétone ordinaire, diéthylcétone), soit par le refroidissement (méthyléthylcétone), des composés insolubles ou très peu solubles dans l'eau et répondant à la formule générale

$$(SO^4Hg)^3.3HgO.CO.R'^2 = \begin{array}{l} SO^4 \diagup Hg-O-Hg-O \diagdown \quad \diagup R' \\ \qquad >Hg \qquad\qquad\quad > C < \\ SO^4 \diagdown Hg-O-Hg-O \diagup \quad \diagdown R' \end{array}.$$

La réaction est d'une extrême netteté avec l'acétone ordinaire; de plus, elle est absolument quantitative.

» Avec les acétones de condensation plus élevée, elle est accompagnée de phénomènes secondaires; les rendements sont plus faibles, et, par suite de l'oxydation d'une partie de l'acétone, du sulfate mercureux prend naissance, se précipite et souille le produit obtenu. Le fait est d'autant plus apparent qu'on s'adresse à une acétone plus riche en carbone; il se manifeste, en outre, par une coloration jaune du précipité qui, peu marquée pour la méthyléthylcétone, s'accentue rapidement pour des homologues supérieurs.

» La combinaison obtenue avec la diméthylcétone est, au contraire, parfaitement blanche, cristalline, entièrement soluble dans ClH et ne renferme pas de mercure au minimum.

» Cette dernière a fourni à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg)^2.3HgO.C^3H^6O$.
SO^4H^2 pour 100	15,15	15,10
Hg »	76,72	77,04
C »	2,96	2,77
H »	0,54	0,46

Lorsque, dans la préparation de ce produit, on emploie un excès d'acétone, on diminue considérablement le rendement, au point même d'empêcher la combinaison de se former.

» Ces divers composés cétoniques, mis en suspension dans l'eau et traités par un courant d'hydrogène sulfuré, régénèrent l'acétone qui leur a donné naissance. Des combinaisons analogues s'obtiennent avec d'autres corps à fonction cétonique, tels que l'acétylacétone, l'acide pyruvique, l'acide diacétone carbonique, etc. Je les étudierai ultérieurement.

» Dans un prochain travail, je montrerai les applications qu'on peut

faire de ces résultats à la recherche qualitative et au dosage de l'acétone ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode général de préparation des éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Albert Morel**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir le chlorocarbonate d'éthyle sur les phénols sodés ou potassés, MM. Fatianow ([1]), Richter ([2]), Bender ([3]) ont obtenu des éthers carboniques mixtes d'éthyle et de divers phénols.

» Nous sommes parvenus par une voie différente et plus pratique à produire ces carbonates mixtes, et *cela en chauffant au sein des divers alcools les carbonates neutres phénoliques en présence de certaines bases organiques.*

» Le carbonate de phényle, en particulier, $CO \langle {OC^6H^5 \atop OC^6H^5}$, chauffé avec de l'urée au sein des divers alcools homologues de la série grasse, donne des carbonates mixtes de phényle et de ces alcools divers. Nous avons pu ainsi obtenir avec de bons rendements les éthers carboniques phényliques mixtes des alcools méthylique, éthylique, propylique, propylique secondaire, isobutylique, isoamylique, et même le carbonate de phényle-allyle.

» Sauf le carbonate de phényl-éthyle, les autres éthers étaient encore inconnus.

» Quelques-uns de ces éthers sont obtenus très purs et donnent de bons chiffres à l'analyse. Quelques autres, et cela à mesure que l'on s'élève dans la série des alcools, sont plus difficiles à purifier par suite de la formation d'allophanates et d'uréthanes passant à la distillation même dans le vide.

» D'autres bases agissent dans le même sens que l'urée sans donner naissance à ces impuretés gênantes. C'est ainsi que l'aniline, le sulfanilate de soude, la diméthylaniline, la pyridine, la quinoléine, la diméthylpipérazine, chauffés avec du carbonate de phényle à l'ébullition pendant quelques heures, au sein d'un grand excès d'alcool éthylique, donnent du carbonate d'éthyle et de phényle.

([1]) *Jahresb.*, p. 477; 1864.

([2]) *Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XXVII, p. 503 et 511.

([3]) *Deutsch. chem. Gesellsch.*, p. 696; 1880.

» En recourant aux autres carbonates de phénol, carbonates de gaïacol, de thymol, de crésol, etc., au sein des divers alcools, on obtient les carbonates mixtes corespondants.

» L'intervention des bases est nécessaire. Les carbonates phénoliques chauffés seuls au sein des alcools restent inaltérés. Le carbonate de phényle, chauffé pendant plusieurs jours, au sein de l'alcool à 93°, à l'ébullition, donne cependant un peu de carbonate mixte; mais la réaction est très lente. Les bases activent la réaction et même la déterminent pour les nombreux carbonates phénoliques que nous avons expérimentés.

» Sans nul doute les bases agissent en formant des alcoolates qui font la double décomposition suivant l'équation

$$CO\langle{OC^6H^5 \atop OC^6H^5} + \underbrace{C^2H^5.OH, C^5H^5Az}_{\text{Alcoolate de pyridine.}} = CO\langle{OC^2H^5 \atop OC^6H^5} + \underbrace{C^6H^5OH, C^5H^5Az}_{\text{Phénate de pyridine.}}$$

» L'affinité de la base pour le phénol hâte la décomposition.

» De plus, le caractère acide-alcool de l'acide carbonique n'est pas étranger à cette formation de carbonate mixte, la décomposition s'effectuant préférablement sur le groupe acide de l'acide carbonique. Le groupe alcool de l'acide carbonique, éthérifié avec le phénol, est, suivant la règle générale, moins saponifiable et beaucoup plus stable.

» Comme nouvelle preuve du mécanisme que nous invoquons pour expliquer la formation de ces éthers carboniques mixtes, nous signalerons l'action tout à fait caractéristique des alcoolates sodés.

» La réaction a lieu rapidement et, dans la plupart des cas, à froid.

» En ajoutant une molécule d'éthylate de sodium dissous dans un excès d'alcool absolu à une molécule de carbonate de phényle dissous dans un mélange d'alcool et d'éther, on obtient 60 pour 100 de carbonate mixte. Il faut avoir soin de modérer la réaction en refroidissant, sans quoi on produirait du carbonate double d'éthyle. La réaction s'opère suivant l'équation très générale

$$CO\langle{OC^6H^5 \atop OC^6H^5} + C^2H^5.ONa = CO\langle{OC^2H^5 \atop OC^6H^5} + C^6H^5.ONa.$$

» Il suffit de fixer les conditions réactionnelles pour chaque cas particulier.

» De nombreux éthers carboniques mixtes de divers phénols et alcools

ont été ainsi préparés et seront bientôt décrits. Parfois, cependant, on obtient du carbonate double alcoolique.

» En résumé, la méthode générale la plus facile et la plus féconde pour préparer les éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique consiste *à faire réagir sur les carbonates des phénols les dérivés alcooliques sodés ou potassés, ou plus favorablement, dans certains cas, des solutions alcooliques de bases organiques.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés nitrés résultant de l'action de l'acide nitrique sur l'ouabaïne.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« L'acide nitrique concentré oxyde complètement l'ouabaïne à froid ou à chaud avec formation d'acide oxalique et dégagement de gaz acide carbonique, tandis qu'il se produit une notable proportion de dérivés nitrés amorphes, insolubles.

» L'acide nitrique, étendu de son volume d'eau (densité 1,2), agit différemment : il ne se produit pas d'acide oxalique, et l'oxydation de l'ouabaïne n'est que partielle ; elle est accompagnée d'une action hydrolytique et de la formation de dérivés nitrés insolubles, en partie cristallisables, et qui peuvent être, par conséquent, isolés et purifiés.

» L'un d'eux, celui qui se produit le plus abondamment, est obtenu en faisant réagir l'acide nitrique sur l'ouabaïne vers 50°-60°.

» On dissout, à froid, 100^{gr} d'ouabaïne hydratée dans 300^{cc} d'acide nitrique de densité 1,2 et l'on chauffe ensuite doucement jusqu'à 40° environ afin d'amorcer la réaction ; dès que celle-ci est déclarée, la température monte spontanément à 70°-75°, tandis qu'il se dégage d'abondantes vapeurs nitreuses et une notable quantité de gaz carbonique. Si la température s'élève au-dessus de 75°, il faut refroidir légèrement afin de ne pas la dépasser sensiblement. Après quelques heures, l'oxydation semble terminée et il s'est formé un dépôt abondant de dérivés nitrés insolubles, agglomérés en gouttelettes fondues d'un jaune vif. Après un repos de quelques jours, on recueille le dépôt à la trompe et, après lavage avec de l'eau froide, on le sèche à basse température ; le poids est d'environ 19^{gr} à 20^{gr}. En traitant ce produit par une petite quantité d'acétone bouillante, on obtient une masse cristalline, qui, essorée et séchée, donne un poids d'à peu près 9^{gr} à 10^{gr} d'un dérivé nitré, cristallisé en belles aiguilles. L'eau-mère acétone contient en dissolution une quantité à peu près égale d'un corps nitré coloré en rouge et très soluble dans les dissolvants neutres usuels.

» Le dérivé nitré ainsi obtenu est constitué par des aiguilles soyeuses, jaunâtres et anhydres. Il se dissout à peine dans l'eau, qu'il colore en jaune

pâle; il est peu soluble, même à chaud, dans l'alcool ordinaire et dans l'alcool méthylique; il se dissout bien dans l'acétone bouillante et beaucoup moins dans ce dissolvant froid; il est très soluble dans les solutions alcalines froides, qu'il colore en un rouge orangé intense.

» Il fond en se décomposant vers 300° et est entraînable par la vapeur d'eau.

» L'analyse du corps conduit à la formule $C^{23}H^{24}Az^2O^{10}$.

	Trouvé.			Calculé pour $C^{23}H^{24}Az^2O^{10}$.
Carbone	56,46	56,48	56,59	56,55
Hydrogène	5,07	5,09	5,03	4,92
Azote	5,89	5,85	5,98	5,74
Oxygène	»		»	32,79
				100,00

» Ce dérivé se comporte comme un acide et forme des sels cristallisés. Les sels de sodium et de potassium sont très solubles dans l'eau; ces solutions sont rouge orangé intense. Le sel ammoniacal est moins soluble et peut s'obtenir facilement en fines aiguilles jaunes d'or. Le sel de calcium se prépare en faisant bouillir pendant quelques instants le dérivé nitré avec un excès de CO^3Ca en suspension dans l'eau; en filtrant la dissolution, le sel se dépose en aiguilles rouge orangé, peu solubles.

» Ce sel, séché dans le vide sec, contient :

	Trouvé.	Calculé pour $2H^2O$.
Eau	3,54	3,43

» Séché à 125° :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^{23}H^{23}Az^2O^{10})^2Ca$.
Calcium	3,947	3,94

» L'analyse du dérivé nitré et de son sel de calcium conduit à admettre la formule $C^{23}H^{24}(AzO^2)^2O^6$, sans qu'on puisse préjuger si ce corps est un phénol dinitré ou un acide.

» Le second dérivé nitré cristallisé s'obtient à froid seulement, en traitant l'ouabaïne par deux ou trois fois son poids d'acide nitrique, de densité 1,2. La réaction est longue à s'établir, car il ne faut pas dépasser la température de 15°. Elle dure plusieurs jours, avec dégagement de vapeurs nitreuses et de gaz carbonique; finalement, on

obtient environ 1 pour 100 de cristaux transparents mélangés avec cinq ou six fois leur poids du dérivé dinitré, étudié ci-dessus.

» La purification de ce corps est difficile, car il est presque insoluble dans tous les dissolvants neutres usuels; seuls, les alcalis dilués le dissolvent bien en prenant une coloration orangée intense; les acides précipitent le dérivé nitré sans altération.

» Ce corps fond vers 280° en se décomposant et donne des sels colorés.

» Le sel ammoniacal est particulièrement insoluble dans l'eau; on l'obtient en dissolvant le dérivé nitré dans la soude étendue et en ajoutant à cette solution un léger excès de AzH^4Cl : le sel ammoniacal se précipite en petits cristaux anhydres jaunes, presque insolubles, s'il n'y a pas d'excès d'alcali libre en quantité appréciable.

» L'analyse conduit à la formule $C^{23}H^{24}AzH^4AzO^8$.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{23}H^{24}AzH^4AzO^8$.
Carbone....................	59,66	60,00
Hydrogène..................	6,49	6,09
Azote......................	»	6,09
Oxygène....................	»	27,82
		100,00

» L'analyse du dérivé nitré a donné, d'autre part, les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{23}H^{25}AzO^8$.
Carbone....................	62,60	62,32
Hydrogène..................	6,05	5,64
Azote......................	3,24	3,16
Oxygène....................	»	28,88
		100,00

» Ce corps est donc le dérivé mononitré $C^{23}H^{25}(AzO^2)O^6$ correspondant au dérivé dinitré précédent et la formation de ces deux corps se fait évidemment aux dépens du principal produit de dédoublement hydrolytique de l'ouabaïne que je rappelle ici :

$$\underbrace{C^{30}H^{46}O^{12}}_{\text{ouabaïne.}} + H^2O = \underbrace{C^6H^{12}O^5}_{\text{rhamnose.}} + C^{24}H^{36}O^8.$$

» Mais le corps $C^{24}H^{36}O^8$, sous l'influence des acides étendus bouillants,

se déshydrate au fur et à mesure de sa production, en donnant un anhydride résineux $C^{24}H^{28}O^{4}$.

» Dans le cas de l'acide nitrique, au lieu de se déshydrater, le composé de dédoublement primitif et à l'état naissant s'oxyde et se nitre en même temps en donnant un dérivé mononitré et un dérivé dinitré, avec perte d'un atome de carbone éliminé à l'état d'acide carbonique.

» D'autre part, le liquide acide, duquel on a séparé les corps nitrés insolubles, contient encore, notamment, des produits d'oxdyation et des dérivés nitrés solubles en forte proportion, de l'acide cyanhydrique et des substances qui réduisent la liqueur de Fehling, même à froid.

» Je me réserve, du reste, de continuer incessamment l'étude de ces dérivés qui présentent un certain intérêt pour la connaissance de la constitution moléculaire du noyau toxique de l'ouabaïne. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides des essences de Géranium.* Note de MM. **Flatau** et **Labbé**, présentée par M. Friedel.

« Il n'existe qu'une Communication de MM. Barbier et Bouveault (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 281) et un travail du laboratoire de MM. Schimmel sur la recherche des acides existant, à l'état libre ou combinés aux alcools, dans les diverses essences de Géranium.

» Les odeurs différentes de ces essences provenant certainement, à notre avis, des éthers qu'on y rencontre, nous avons pensé qu'il serait intéressant de reprendre cette étude et de préciser la nature de ces acides.

» I. *Essence de Géranium d'Inde.* — 500gr ont été saponifiés par une quantité convenable de potasse alcoolique à 5 pour 100 pendant une heure au réfrigérant ascendant. La majeure partie de l'alcool a été distillée dans le vide. On a repris par l'eau et lavé à l'éther cette solution aqueuse : en la décomposant par l'acide sulfurique étendu, on voit se former une couche surnageante huileuse. Cette couche, reprise par l'éther et séchée, a été distillée dans le vide. Après plusieurs fractionnements, on a séparé nettement deux portions :

» *a*. Bouillant à 125°-128° sous 32mm ;

» *b*. Bouillant à 195°-200° sous 32mm.

» La portion *a* présentant une odeur qui rappelle celle du géraniol, nous avons préparé son éther phtalique cristallisé [1] qui nous a donné le point de fusion + 47°. Cette portion est donc constituée par du géraniol pur.

---

[1] Flatau et Labbé, *Bulletin de la Soc. chim.*, 3e série, t. XX, no 13.

» La portion *b*, ainsi séparée du géraniol, cristallise tout de suite, sous la forme d'une masse blanche. Cette masse, dissoute dans l'ammoniaque, est traitée par le chlorure de baryum; il se précipite un sel qui, décomposé par SO^4H^2 étendu, nous a fourni l'acide pur dont le point de fusion est 28°, 2.

» Nous avons constaté que le géraniol est extrêmement soluble dans cet acide et même dans les solutions de ses sels, ce qui explique la fraction importante de géraniol dont il était souillé et dont nous n'avons pu le séparer que par plusieurs fractionnements.

» Dans leur *Berichte* (octobre 1894), MM. Schimmel ont affirmé, comme résultat de leurs recherches sur 100^{kg} de cette essence, la présence de parties égales d'acide acétique et d'acide caproïque : comme ce dernier acide est huileux, on peut penser que la substance que MM. Schimmel ont eue en main était précisément ce mélange de géraniol et d'acide élevé, que nous avons séparés.

» Afin d'établir sa formule, nous avons analysé divers sels de cet acide :

» 1° *Sel d'argent.* — Obtenu, du sel ammoniacal, par précipitation avec AzO^3Ag, sous la forme d'un précipité très volumineux blanc jaunâtre, insoluble dans l'eau, même à chaud. Séché dans le vide à poids constant, il donne à l'analyse les résultats suivants :

	Calculé pour $C^{14}H^{27}O^2Ag$.	Trouvé.
Ag pour 100	32,15	32,09

» Ce sel d'argent, assez stable, fond à 191°-192° en se décomposant.

» 2° *Sel de baryum.* — Obtenu, du sel ammoniacal, par précipitation avec $BaCl^2$; il constitue une poudre blanche ne présentant pas de point de fusion. Séché à 100°, à poids constant, il donne les chiffres suivants :

	Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Ba$.	Trouvé.
Ba pour 100	23,18	22,72

» 3° *Sel de calcium.* — Obtenu par le même procédé; il constitue une poudre blanche qui, séchée à +100°, donne :

	Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Ca$.	Trouvé.
Ca pour 100	8,08	7,66

» 4° *Sel de cuivre.* — Obtenu par le même procédé; c'est une poudre vert bleu clair, fondant à 74°-75°. Séchée à 100°, elle perd de l'eau de cristallisation en prenant une teinte vert bleu foncé, qui devient violette si l'on continue à chauffer.

» Elle donne à l'analyse les résultats suivants :

» 1° *Dosage de l'eau de cristallisation.*

	Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Ca + H^2O$.	Trouvé.
H^2O pour 100	3,3	3,5

» 2° *Dosage du cuivre.*

		Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Cu + H^2O$.	Trouvé.
Cu pour 100........	1° sel séché dans le vide	11,8	11,6

		Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Cu$.	Trouvé.
Cu pour 100.......	2° séché à 100°	12,20	12,15

» Ce sel cristallise donc avec 1 molécule d'eau.

» Toutes ces analyses concordent exactement avec la formule $C^{14}H^{28}O^2$. Nous avons du reste constaté que cet acide est saturé. Et comme le point de fusion de l'acide myristique est 53,8, on en peut conclure que l'on a affaire à un isomère. Nous avons du reste entrepris la recherche de sa constitution.

» Dans la solution aqueuse d'où l'on précipite cet acide, nous avons encore reconnu la présence d'acide acétique et de petites quantités d'acide butyrique.

» II. *Essence de Géranium Bourbon.* — L'essence précédente ne contient pas d'acides à l'état de liberté.

» L'essence Bourbon, contrairement aux indications données jusqu'ici, nous a fourni une réaction acide très manifeste. Traitée par du carbonate de soude, elle lui abandonne, d'ailleurs, une petite quantité d'un acide huileux, à odeur forte assez agréable, tout à fait insoluble dans l'eau.

» Par saponification ultérieure avec la potasse alcoolique et décomposition par un acide étendu, nous avons constaté la présence du même acide, combiné à l'état d'éther. La quantité totale est d'environ 0,5 à 1 pour 100 dont la moitié, à peu près, se trouve à l'état libre.

» De la solution ammoniacale de cet acide nous avons obtenu, par AzO^3Ag, son sel d'argent, sous la forme d'une poudre gris jaunâtre, qui fond à 158° en se décomposant.

» L'analyse du sel séché dans le vide nous a fourni les chiffres suivants :

	Calculé pour $C^{10}H^{17}O^2Ag$.	Trouvé.
Ag pour 100	38,9	39,2

» Le produit bromé, obtenu de cet acide, constitue une huile incristallisable.

» La solution ammoniacale de l'acide ne précipite pas par adjonction de $BaCl^2$, même après une ébullition prolongée.

» Quant aux acides moins élevés, combinés dans cette essence, ils sont constitués par de l'acide acétique et une petite quantité d'acide valérique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la cyanamide sur le chloranile en présence de la potasse.* Note de M. H. **Imbert**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie ([1]), j'ai indiqué que l'action de la cyanamide sur le bromanile en présence de la potasse donnait un produit cristallisé vert de la formule

$$CAz^2 = C^6Br^2(OK)^2 = Az^2C, 2H^2O.$$

On peut obtenir une combinaison analogue avec le chloranile. Pour cela on prend 24gr,6 (1 molécule) de chloranile finement pulvérisé, qu'on met en suspension dans 150cc à 200cc d'eau, tenant en dissolution 8gr,4 (2 molécules) de cyanamide. L'addition par petits fragments de 22gr,4 (4 molécules) de potasse caustique au liquide en ébullition fait apparaître une belle coloration verte à reflets jaunes comme avec le bromanile. La solution, filtrée et abandonnée au refroidissement, se prend en une masse cristalline qui, essorée et desséchée, se présente comme un feutrage d'aiguilles déliées de couleur vert brun à reflets mordorés. Une seconde cristallisation dans l'eau bouillante permet d'obtenir le corps suffisamment pur pour l'analyse. Les cristaux, examinés au microscope, paraissent, les uns verts, les autres brun jaunâtre. Séchés à 105°, ils perdent, d'après l'expérience, 9,5 pour 100 d'eau.

» Dans cet état de dessiccation, ils ont donné à l'analyse

C..... 29,02	Cl..... 21,20	Az..... 17,50	K..... 23,20

» La teneur théorique en C, Cl, Az, K pour la formule

$$CAz^2 = C^6Cl^2(OK)^2 = Az^2C,$$

correspondant au dérivé du bromanile, serait

C..... 28,80	Cl..... 21,32	Az..... 16,81	K..... 23,42

» Ce produit cristallisé avec $2H^2O$ contiendrait 9,73 pour 100 d'eau de

([1]) *Comptes rendus*, séance du 14 février 1898.

cristallisation. Or j'ai indiqué précédemment qu'il perd, à 105°, 9,59 pour 100 sans s'altérer.

» La solution aqueuse traitée par le nitrate d'argent donne un précipité brun qui, lavé à l'eau et séché, contient, d'après l'expérience, 45,47 pour 100 d'argent, alors que le dérivé diargentique $CAz^2 = C^6Cl^2(OAg)^2 = Az^2C$ contiendrait théoriquement 45,86 pour 100 de ce métal.

» Dissous dans l'eau, le dérivé potassique, porté à l'ébullition et traité par un excès de potasse, vire au rouge en donnant un abondant dégagement d'ammoniaque. Le liquide provenant de cette opération fait effervescence sous l'influence des acides et, concentré, abandonne des cristaux rouge foncé. Ceux-ci sont décomposés par l'acide chlorhydrique et donnent un précipité soluble dans l'alcool d'où il se dépose par évaporation spontanée en aiguilles orangées peu solubles dans l'eau, mais communiquant à ce véhicule une belle coloration rouge vineux. Ils constituent l'acide chloranilique

$$O = C^6Cl^2(OH)^2 = O.$$

» L'action de l'alcali sur le dérivé potassique de la cyanamide et de la tétrachloroquinone forme donc du chloranilate de potassium

$$O = C^6Cl^2(OK)^2 = O.$$

» Il en résulte que ce dérivé ne peut différer du sel précédent que par la substitution de deux fois le radical $(Az^2C)''$ aux deux atomes d'oxygène quinoniques. Si l'on admet avec Kehrmann [1] que la constitution de l'acide chloranilique est représentée par le schéma

$$\begin{array}{c} \quad\ \ OH \quad Cl \\ \quad\ \ | \qquad | \\ O - C \begin{array}{c} \diagup C - C \diagdown \\ \diagdown C - C \diagup \end{array} C = O, \\ \quad\ \ | \qquad | \\ \quad\ \ Cl \quad OH \end{array}$$

on sera amené à attribuer aux dérivés que j'ai obtenus les formules :

$$\begin{array}{c} Cl \quad OK \\ | \qquad | \\ CAz^2 = C \begin{array}{c} \diagup C - C \diagdown \\ \diagdown C - C \diagup \end{array} C = Az^2C \\ | \qquad | \\ OK \quad Cl \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} Br \quad OK \\ | \qquad | \\ CAz^2 = C \begin{array}{c} \diagup C - C \diagdown \\ \diagdown C - C \diagup \end{array} C = Az^2C. \\ | \qquad | \\ OK \quad Br \end{array}$$

---

(1) KEHRMANN, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IV, p. 69, et *Jour. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XLIX, p. 365-375.

» En faisant agir un acide sur le dérivé potassique du chloranile en dissolution dans l'eau, on obtient un liquide bleu d'abord, puis violet, se décolorant sous l'influence de l'anhydride sulfureux. Je ne suis point encore arrivé à isoler dans un état de pureté convenable le corps

$$CAz^2 = C^6Cl^2(OH)^2 = Az^2C,$$

agent de la coloration violette. Il se présente sous la forme de petits cristaux bleu noirâtre, mais toujours mélangés de cristaux rhombiques rouges. Ceux-ci se produisent pour les raisons que je vais indiquer.

» Dans certaines conditions encore mal définies, l'addition d'acide chlorhydrique concentré donne, avec le dérivé potassique, un abondant précipité avec dégagement gazeux. Ce précipité, bien lavé à l'eau distillée, séché et épuisé par l'éther acétique, se dissout en partie en colorant en rouge le dissolvant. Il reste un produit brun verdâtre, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le benzène et la ligroïne. La solution éthéro-acétique évaporée donne un résidu brun très peu soluble dans l'eau qui, séché à 105°, m'a donné

C...... 35,75 H...... 1,2 Az...... 12,56 Cl.... 29,91 pour 100.

» Si l'on admet que l'un des radicaux de la cyanamide, dans la formule $CAz^2 = C^6Cl^2(OH)^2 = Az^2C$, a été remplacé par un atome d'oxygène quinonique, on aura $CAz^2 = C^6Cl^2(OH)^2 = O$, qui exigerait théoriquement

C...... 36,0 H...... 0,85 Az...... 12,01 Cl.... 30,4 pour 100.

» Ce composé en dissolution dans l'eau ne donne plus, par la potasse, la coloration verte que l'on obtient avec le soluté violet.

» D'autre part, le corps vert insoluble dans l'eau fournit à l'analyse

C...... 37,35 H...... 0,95 Az.... 19,90 Cl.... 28,80 pour 100.

» Or si l'on suppose une combinaison avec élimination d'une molécule d'eau entre la fonction quinonique du corps rouge et deux fonctions phénoliques de deux molécules de l'acide $CAz^2 = C^6Cl^2(OH)^2 = Az^2C$, on arrive à la formule d'un acétal de la forme

```
                              Cl   OH
                                   |
                              C  — C
                 CAz² = C               C — Az²C
                              \C — C
        OH   Cl               /     |
        |    |              O       Cl
        C  = C
CAz² = C            C
        C  = C        \
        |               O          Cl
        Cl   OH           \        |
                              C  — C
                 CAz² — C               C — Az²C
                              C  — C
                                   |
                              Cl   OH
```

pour lequel la théorie indique :

C........ 37,80 H....... 0,54 Az........ 19,20 Cl....... 29,2.

» Le produit se dissout d'ailleurs dans l'acide chlorhydrique et la solution rouge violacé, traitée par une quantité ménagée de potasse ou par l'ammoniaque, prend une coloration verte. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à la recherche du manganèse dans les minéraux, les végétaux et les animaux.* Note de M. P. PICHARD (Extrait).

« Nous avons appliqué la méthode de recherche du manganèse que nous avons décrite dans une Communication précédente (14 février 1898) à un certain nombre de terres, de plantes et de produits du règne animal.

» Les terres ont été séchées, pulvérisées et incinérées.

» Les matières végétales ont été lavées, séchées, puis débarrassées des particules terreuses par secousse, frottement et tamisage, coupées en menus fragments et incinérées.

» Les produits animaux ont été lavés, débarrassés des matières végétales et minérales, coupés en menus fragments et incinérés.

» On a fait l'essai pour la recherche du manganèse sur $0^{gr},5$ environ de matière incinérée.

» Lorsque l'incinération est lente et pénible, soit par l'abondance de sels fusibles (graines, fleurs, plantes marines), soit par la production d'un charbon brillant et poreux (matières albuminoïdes, chair, sang), on détruit la matière charbonneuse en chauffant à siccité la cendre, à plu-

sieurs reprises, dans une petite capsule de platine ou de porcelaine avec quelques gouttes d'acide azotique pur.

» Cette opération est absolument nécessaire chaque fois qu'on opère sur des matières riches en chlorures; sinon, dans l'essai avec le minium, le chlore dégagé par l'ébullition avec l'acide azotique empêcherait la coloration rose de se manifester ou l'atténuerait plus ou moins.

» Quand on se borne à l'essai qualitatif dans les produits d'origine végétale et animale, on peut se dispenser de calciner la cendre avec le carbonate alcalin, et la traiter directement par l'acide azotique et le minium.

» *Résumé.* — Le manganèse paraît universellement répandu dans les sels végétaux, dans le règne végétal et dans le règne animal.

» Les sables marins provenant de roches silicatées en renferment notablement. Les Algues de mer, Fucus vésiculeux, Laminaires, en contiennent beaucoup. Nous l'avons rencontré dans un grand nombre de *familles végétales terrestres :*

Champignons. — Hyménomycètes à chapeau, Gastéromycètes, Ascomycètes, Lichens.

Mousses. — Mousses sur sol, sur arbres, sur murailles.

Filicinées. — Fougères des bois.

Conifères. — Pin maritime, Sapin puisapo, If, Cyprès.

Graminées. — Herbe de prairie, Froment, Orge, Avoine, Maïs.

Liliacées. — Poireau, Yucca, Asperge.

Urticacées. — Ortie, Houblon, Chanvre, Figuier, Orme.

Salicinées. — Peuplier, Tremble, Peuplier argenté.

Polygonées. — Sarrasin.

Chénopodées. — Atriplex.

Cupulifères. — Chêne, Châtaignier, Charme.

Renonculacées. — Anémone des prés.

Lauracées. — Laurier noble, Laurier palme.

Euphorbiacées. — Euphorbe vulgaire.

Buxacées. — Buis des jardins.

Tamariscinées. — Tamarix.

Crucifères. — Navet, Sauve, Chou.

Papavéracées. — Coquelicot.

Oxalidées. — Oxalide des murailles.

Crassulacées. — Joubarbe des murs et des sables.

Légumineuses. — Genêt, Ajonc, Haricot, Lentille, Luzerne, Sainfoin.

Rosacées. — Ronce, Fraisier, Prunier, Pommier.

Ilicinées. — Houx vulgaire.

Ampélidées. — Raisins, pousses de vignes.

Rhamnées. — Fusain commun.

Ombellifères. — Carotte.

Araliées. — Lierre de terre et d'arbre, Lierre à feuilles très découpées.

Cornées. — Aucuba du Japon.

Tricacées. — Bruyère.

Solanées. — Tabac, Pomme de terre.

Oléacées. — Lilas.

Labiées. — Menthe des jardins.

Plantaginées. — Plantain vulgaire.

Campanulacées. — Liseron des champs.

Rubiacées. — Aspérule, Café.

Composées. — Pâquerette, Bleuet, Seneçon.

» Parmi les plantes terrestres, les Champignons hyménomycètes à chapeau viennent au premier rang pour leur richesse en manganèse. D'autres Champignons, Gastéromycètes, Ascomycètes, Lichens, en sont aussi très chargés. Les Mousses en sont largement pourvues.

» Parmi les plantes vasculaires cryptogames, les Fougères en renferment beaucoup. Parmi les Gymnospermes, les Conifères sont riches en manganèse. Parmi les Angiospermes, nous voyons que les Graminées, les Légumineuses, les Rosacées, les Crucifères, les Ombellifères, les Ampélidées, les Solanées, les Liliacées, les Polygonées, les Urticacées sont riches en manganèse. Les arbres de nos forêts, Chêne, Orme, Charme, Châtaignier, Peuplier, en sont abondamment pourvus.

» Le manganèse paraît se concentrer dans les parties de la plante en activité végétative, dans les feuilles, les jeunes pousses. Nous l'avons trouvé en très faible quantité dans l'écorce du Pin maritime et dans celle de l'Orme, tandis qu'il abonde dans les feuilles et les jeunes pousses de ces arbres.

» Mais ce sont surtout les graines des plantes phanérogames qui en sont très chargées : Froment, Orge, Avoine, Maïs, Haricot, Sarrasin, Chènevis, Café, Figue, Prune, Raisin, Pomme, graines de Peuplier, ou encore, des bourgeons charnus, comme la Pomme de terre.

» Ce fait, rapproché de la présence en quantité considérable du manganèse dans les Hyménomycètes, à développement si rapide, nous porte à signaler le rôle physiologique que peut remplir le manganèse, surtout au début de la vie de la plante, germination et premier développement.

» Dans les *animaux*, le manganèse est en proportion bien moindre que dans les végétaux.

» Nous l'avons cherché et rencontré dans :

Méduse (Zoophytes).

Coquilles blanches (Acéphales) marines.

Escargots marins (Gastéropodes).

Os de seiche (Ptéropodes).

Carapace de crabe, *chair de langouste* (Crustacés).

Sardine fraîche (Poissons).

Os, œufs, viande de bœuf, sang de porc, cheveux et poils de barbe (Mammifères).

Crottin de cheval, bouse de vache.

» Nous remarquons que, dans l'œuf, le jaune en renferme beaucoup plus que le blanc, et que l'œuf en contient plus que la chair et le squelette, analogie qui rappelle ce que nous avons signalé à propos des graines.

» Les parties cornées et, d'une manière générale, les téguments et leurs

dépendances (valve, coquille, carapace, écailles, poils) en renferment notablement.

» Sans préjuger le rôle du manganèse dans la végétation de nos plantes cultivées, nous rappellerons que le fumier est très riche en manganèse et que le principal engrais employé sur le littoral de la Manche et de l'océan se compose de varechs abondamment pourvus de cette substance. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *De la digestion gastrique chez les Squales.* Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La classe des Poissons nous offre tous les degrés de différenciation du tractus intestinal, depuis l'intestin simple et dépourvu de glandes digestives localisées des Cyclostomes et de quelques Téléostéens, jusqu'à celui des Sélaciens, relativement compliqué et toujours muni d'un estomac, au sens histologique du mot.

» Chez les Squales, la muqueuse de l'estomac renferme des glandes profondes dont les cellules se rapprochent du type des cellules dites de *revêtement* (*Belegzellen* de Heidenhain) de l'estomac des Mammifères. Je n'ai rien à ajouter à la description qu'en ont donnée les auteurs (Pilliet, Cattaneo), sinon que leur volume diminue et que leurs granulations augmentent après un jeûne prolongé.

» Ces cellules sécrètent un suc épais et visqueux au début de la digestion, mais qui s'éclaircit plus tard et augmente progressivement d'acidité, jusqu'à un certain maximum, variable selon l'état de santé de l'animal et la nature des aliments qu'il digère. M. Ch. Richet [1] a insisté sur la forte acidité du suc gastrique de *Raja*, *Scyllium* et *Acanthias*, acidité qui se retrouve chez tous les Sélaciens examinés et qui s'explique par la nécessité de décalcifier les proies ingérées (carapaces de Crustacés, os de Seiche, etc.).

» Les excellentes installations du laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, mises libéralement à ma disposition par M. de Lacaze-Duthiers, et le fait que les pêcheurs roscovites capturent souvent des

(1) Ch. Richet, *Sur l'acidité du suc gastrique* (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 676; 1878). — Ch. Richet et Mourrut, *De quelques faits relatifs à la digestion des Poissons* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 879; 1880). — Ch. Richet, *Ibid.* (*Archives de Physiologie*, p. 536; 1882).

Squales pour alimenter les Homards du vivier établi dans cette localité, m'ont permis, deux étés durant, de me procurer un nombre considérable de ces Poissons et de les observer vivants dans les bassins du laboratoire. Mes recherches ont porté sur les cinq espèces suivantes : *Scyllium catulus, Acanthias vulgaris, Lamna cornubica, Galeus canis* et *Carcharias glaucus*. En voici les principaux résultats :

» Les Squales pris en été ont toujours l'estomac plein de nourriture ([1]). Ils digèrent rapidement. Après trois jours de diète au maximum, leur estomac s'est complètement vidé, mais sa muqueuse est encore acide, tandis que plus tard elle devient neutre, si le jeûne se prolonge. Cette muqueuse se détache facilement de la paroi musculaire, elle contient de fortes doses d'enzyme qu'on peut encore utiliser pour des digestions artificielles après que la muqueuse a été bien lavée, puis desséchée ou conservée dans la glycérine. L'enzyme agit à basse température, toutefois son action est plus énergique entre $+20°$ et $30°$ qu'entre $0°$ et $+10°$. A partir de $30°$, son action diminue et cesse vers $50°$, température qui le détruit. J'ai constaté, en outre, qu'il agit mieux au-dessous de $10°$ dans un milieu très acide, et mieux au-dessus de $20°$, dans un milieu moins acide. Préparé par le procédé de Brücke, il présente le même aspect que la pepsine des Mammifères et n'agit d'ailleurs, comme elle, qu'en milieu acide.

» De nombreux essais m'ont conduit à fixer aux environs de 7 pour 1000 la proportion de H Cl la plus favorable pour la dissolution des substances albuminoïdes par la pepsine des Squales, à la température de $+15°$. Ce chiffre, très supérieur à celui qui exprime la dose de H Cl, la plus favorable chez l'homme et le chien, correspond à la dose moyenne d'acide contenu dans le suc gastrique des cinq espèces étudiées. Le maximum de 11 pour 1000 trouvé par moi chez *Lamna cornubica* est inférieur à celui indiqué par M. Richet (15^{gr} de H Cl par litre).

» Le liquide contenu dans l'estomac en digestion est fort complexe. Outre du suc gastrique encore inutilisé, il renferme des graisses et des produits de la digestion des substances albuminoïdes. Parmi ces derniers, j'ai toujours rencontré une grande quantité de syntonine (précipitée par la neutralisation), des protéoses (précipitées par le sulfate d'ammoniaque en excès) et quelquefois, mais pas toujours, de la peptone, indiquée par la réaction du biuret. En faisant agir, *in vitro*, le suc stomacal mixte sur la

([1]) Consistant surtout, à Roscoff, en Lançons (*Ammodytes tobianus*), en Calmars (*Loligo*) et en Poulpes (*Octopus*).

fibrine ou l'albumine pendant vingt-quatre heures, j'ai obtenu des doses notables de vraie peptone. En revanche, le suc gastrique fabriqué avec la muqueuse triturée dans H Cl à 7 pour 1000 transforme la fibrine en syntonine et en diverses protéoses, mais non en peptone.

» Quant à la dissolution de la chitine par le suc gastrique des Squales, admise par M. Richet, je n'ai pas réussi à la constater en digestion artificielle, même à chaud et en milieu très acide. Il est vrai qu'on ne trouve pas de chitine dans les fèces de ces Poissons et que l'étroitesse de leur *tube pylorique* s'oppose au passage de dépouilles chitineuses un peu considérables. Cependant, j'ai trouvé dans leur estomac des *plumes* de Calmar et des carapaces de Crustacés, non digérées, et, d'autre part, j'ai ramassé dans les bassins du laboratoire des résidus chitineux qui avaient été rejetés par les Squales. Peut-être ceux-ci se débarrassent-ils normalement par une sorte de vomition de la chitine non digérée. En tous cas, il est notoire que, chez nombre d'autres Poissons qui se nourrissent de Mysis, ou d'Entomostracés, les carapaces chitineuses sont rendues nettoyées et intactes et que, chez les *Scyllium*, de nombreux Nématodes habitent l'estomac sans en souffrir.

» Je ne puis que confirmer les conclusions de M. Richet, relatives à l'absence de diastase dans l'estomac des Squales. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de l'*Acmœa Virginea. Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Entre la Patelle, type des Docoglosses cyclobranches, et les Rhipidoglosses (Pleurotomaire, Fissurelle, Haliotis, Troque, etc.), il existe des formes intermédiaires qui n'ont attiré l'attention des naturalistes que dans ces dernières années.

» L'une des plus curieuses est l'*Acmée*, qui rappelle par sa forme extérieure la Patelle. Malgré sa parenté évidente avec cette dernière, elle n'est pas cyclobranche, car elle n'a pas de branchie circulaire et présente, au contraire, une branchie cervicale comme les Rhipidoglosses.

» Le développement de cet animal était totalement inconnu; j'ai pu l'étudier cette année au laboratoire de Roscoff et suivre l'évolution de l'*Acmœa Virginea* depuis l'œuf jusqu'à l'adulte.

» La ponte de l'Acmée a lieu en avril et en mai. Il n'y a pas d'accou-

plement; les mâles et les femelles émettent à l'extérieur les produits sexuels par l'intermédiaire de la cavité branchiale.

» Les œufs ne sont pas agglutinés dans une glaire épaisse et se dispersent presque immédiatement dans le courant d'eau. Il n'y a donc pas de ponte de forme spéciale.

» Si l'on place les œufs dans des cuvettes, les larves qui en dérivent ne tardent pas à prendre une forme anormale et l'évolution complète ne paraît s'effectuer que dans l'eau courante.

» Grâce aux ressources de la station de Roscoff, j'ai pu installer dans les grands aquariums à courant continu des bacs-filtres, où le liquide fortement aéré ne peut s'échapper qu'après avoir filtré à travers une couche de sable. De cette manière, les embryons peuvent se nourrir aux dépens des algues qui se développent sur les parois; ils nagent dans l'eau courante, tout en restant emprisonnés dans un espace relativement restreint, où ils parcourent le cycle complet de leur évolution.

» Je ne puis songer à décrire ici le développement complet de l'*Acmœa Virginea;* je me contenterai de signaler deux faits importants, sur lesquels je désire appeler l'attention.

» Chez les Gastéropodes chiastoneures on explique généralement la torsion de la masse viscérale et d'une partie du système nerveux par la torsion de la coquille; or l'Acmée, chiastoneure, aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état adulte, présente une coquille sans enroulement et tout à fait symétrique.

» On peut en conclure que *la torsion de la coquille n'est pas la cause nécessaire de l'enroulement de la masse viscérale et de la partie correspondante du système nerveux.*

» Il faut chercher une autre explication; l'étude du développement de l'Acmée le permet.

» *La cause de l'enroulement de la masse viscérale et de la partie correspondante du système nerveux réside dans le développement du pied.*

» En effet, à un stade très jeune chez l'Acmée, à la fin du deuxième jour de développement, au moment où la coquille commence à s'étendre, le pied est situé sur la face ventrale entre le voile et l'anus, qui vient de s'ouvrir. Il ne peut s'étaler vers le bas par suite du développement du bourrelet palléal et est redressé contre le voile.

» Quand la croissance de la coquille s'accentue, cette position anormale du pied devient encore plus sensible, mais elle ne tarde pas à se corriger.

Bientôt une rotation de toute la partie inférieure de l'animal se produit qui change les rapports précédents.

» Cette rotation est de 180°. Elle est facile à constater chez l'Acmée où la face primitivement ventrale de la coquille, mais qui va devenir dorsale, est bombée, tandis que la face primitivement dorsale, mais qui va devenir ventrale, est aplatie.

» Ceci démontre que *la torsion de la masse viscérale et de la partie correspondante du système nerveux peut se produire à un stade larvaire très jeune sans que la symétrie de la coquille en soit affectée.*

» Le second fait que je désire signaler se produit au moment où la larve de l'Acmée se transforme en adulte :

» Les Mollusques à coquille patelliforme présentent presque tous un crochet terminal; mais ce crochet est tantôt tourné en arrière, comme dans l'Emarginule par exemple, tantôt tourné en avant, comme dans l'Acmée : si bien que, si l'on considère deux animaux présentant cette position inverse du crochet, on est tenté de croire qu'ils occupent une situation inverse par rapport à leur coquille, ou que, en d'autres termes, l'un d'eux est à l'envers dans sa coquille par rapport à l'autre.

» L'étude du développement de l'Acmée montre qu'il n'en est rien et que, *quelle que soit la position du crochet, les Mollusques ont toujours la même position relative par rapport à leur coquille.*

» En effet, en étudiant les larves qui se transforment en adulte, j'ai constaté que la coquille de l'Acmée constitue, comme d'habitude, d'abord le crochet terminal de la coquille de l'adulte.

» Le crochet est alors tourné en arrière, comme dans le cas de l'Emarginule; mais bientôt la coquille larvaire se désagrège, laissant une sorte de cavité en partie comblée par la sécrétion de la nacre. En avant de cette cavité subsiste une sorte de promontoire qui donne naissance au crochet tourné en avant.

» Cette observation démontre que *la différence de position du crochet terminal dans les coquilles patelliformes ne constitue qu'une anomalie apparente sans retentissement sur l'organisation générale du Mollusque.* »

GÉOLOGIE. — *Sur les lacs de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes), du Lauzet (Basses-Alpes), de la Roquebrussanne et de Tourves (Var).* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Michel Lévy.

« Poursuivant la mission qui m'a été confiée par M. le Ministre des Travaux publics, j'ai exploré, en mai 1898, une série de lacs peu connus et au sujet desquels je n'ai donné, dans mon Livre *Sur les lacs français,* que des renseignements incomplets. Ce sont :

» 1° Le lac de la Roche-de-Rame, dans les Hautes-Alpes, à une vingtaine de kilomètres au sud de Briançon. Ce lac, dont la superficie est d'environ 3^{ha}, se trouve dans une petite vallée parallèle à celle de la Durance, dont elle est séparée par une crête rocheuse étroite; il s'écoule au nord dans la Durance et est limité au sud par une moraine, à laquelle il paraît devoir son existence. Je lui ai trouvé, le 16 mai 1898, une profondeur de $16^{m},90$.

» 2° Le lac du Lauzet, près du village de ce nom, dans les Basses-Alpes. Ce lac, dont la superficie est d'environ 3^{ha}, se trouve, par rapport à la rivière de l'Ubaye, à peu près dans la même situation que le lac de la Roche-de-Rame par rapport à la Durance; mais, autant que l'on peut en juger par les affleurements visibles, il paraît être entièrement dans la roche en place. Il s'écoule souterrainement dans l'Ubaye par un canal artificiel, exécuté il y a plusieurs siècles. Je lui ai trouvé, le 15 mai 1898, une profondeur de $6^{m},80$; mais, le point le plus bas de la crête qui limite le bassin du lac étant à 16^{m} environ au-dessus du niveau de l'eau (¹), la profondeur naturelle serait d'environ 23^{m}.

» 3° Les lacs de la Roquebrussanne et de Tourves, non loin de Brignoles, dans le Var.

» Les lacs de la Roquebrussanne, appelés encore lacs du Grand et du Petit Lautien, se trouvent à environ 3^{km} à l'est du village de la Roquebrussanne et consistent en deux entonnoirs de forme grossièrement circulaire, qui s'ouvrent comme des cratères au milieu d'une plaine sensiblement horizontale constituée par le muschelkalk et les marnes irisées (²). Ils n'ont

(¹) D'après un nivellement de M. Escavy, conducteur principal des Ponts et Chaussées, au Lauzet.

(²) Voir la feuille *Draguignan* de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, par M. Zürcher.

ni affluent, ni écoulement apparent. Le Grand Lautien a une surface d'environ 1^{ha}, et je lui ai trouvé, le 13 mai 1898, une profondeur de $29^m,70$, la profondeur totale de l'entonnoir étant de $43^m,50$ [1]; en hautes eaux, cet entonnoir paraît être à peu près plein et contient ainsi une masse liquide d'environ 43^m d'épaisseur. Le Petit Lautien, dont la surface est d'environ 67^a, avait, le même jour, une profondeur de $7^m,20$, la profondeur totale de l'entonnoir étant de $30^m,75$ [2]; le niveau de ce dernier lac est loin d'ailleurs de s'élever comme celui du Grand Lautien; le lac est même quelquefois à sec. J'ajouterai que, malgré ses dimensions horizontales très restreintes et ses variations considérables de niveau, le Grand Lautien a, au point de vue thermique, les allures d'un véritable lac; car je lui ai trouvé, le 13 mai 1898, à la surface une température de $16°,8$ et au fond $7°,5$ seulement.

» Le lac de Tourves, dont la surface est de $3^{ha},70$ d'après le cadastre, se compose de trois bassins ayant pour profondeurs respectives $9^m,40$, $6^m,40$ et $12^m,30$; cette dernière profondeur n'existe que dans un trou, qui s'ouvre au milieu de fonds d'environ 5^m. Il s'écoule à ciel ouvert dans la rivière le Caramy, qui passe à Brignoles.

» Comme je le dis dans mon Livre *Les lacs français* (p. 318), les lacs de la Roquebrussanne et de Tourves sont dans des entonnoirs qui paraissent dus à des effondrements provoqués par des dissolutions souterraines, très fréquentes dans les marnes irisées. Dans la même région et dans les mêmes terrains, des bassins d'effondrement se sont produits, il y a vingt ans, aux environs de Draguignan, au lieu dit *les Clapes*.

» Je dois en terminant adresser tous mes remercîments à MM. Escavy, conducteur principal des Ponts et Chaussées au Lauzet, Reynaud, conducteur à Brignoles, et Tissot, conducteur à Briançon, pour le concours qu'ils m'ont apporté pendant mes explorations. »

---

(1) D'après un nivellement de M. Reynaud, conducteur des Ponts et Chaussées à Brignoles, qui a mesuré $13^m,80$ entre le niveau de l'eau et le bord de l'entonnoir.

(2) D'après un nivellement de M. Reynaud, qui a mesuré $23^m,55$ entre le niveau de l'eau et le bord de l'entonnoir.

RADIOGRAPHIE. — *Une méthode de mensuration de l'aire du cœur par la Radiographie.* Note de MM. **G. Variot** et **G. Chicotot**, présentée par M. Marey.

« Il est difficile, on le sait, de mesurer l'aire du cœur sur la paroi antérieure du thorax par la percussion ou par la phonendoscopie.

» La Radiographie peut être utilisée très simplement dans ce but.

» L'ombre radioscopique due à l'opacité relative du cœur dans le thorax a des contours assez nets limités par les rayons X tangents aux bords du cœur et venant tomber sur l'écran fluorescent.

» Il est aisé de tracer, avec un crayon, l'image radioscopique sur un papier calque superposé à l'écran; mais cette image ne représente pas la grandeur réelle de l'aire du cœur : elle est plus ou moins agrandie suivant la distance de la source lumineuse à l'écran et suivant la distance du cœur à l'écran récepteur.

» Voici par quel dispositif et par quel procédé nous obtenons l'aire réelle du cœur en corrigeant l'ombre radioscopiqne enregistrée sur le papier calque.

» Nos recherches faites à l'hôpital Trousseau ont porté jusqu'à présent sur les enfants :

» 1° L'enfant étant debout, nous appliquons la région antérieure du thorax contre l'écran placé à *poste fixe;* le tube de Crookes est disposé à *distance* convenable pour avoir une image aussi nette que possible; puis nous traçons au crayon sur le papier-calque les contours de l'image;

» 2° Nous mesurons avec une règle graduée la distance qui sépare l'anode, c'est-à-dire la source lumineuse, de l'écran;

» 3° Nous déterminons, d'après une Table dressée d'avance, la distance qui sépare les points les plus saillants des bords du cœur, tangents aux rayons X, de la peau du thorax en avant, c'est-à-dire de l'écran contre lequel elle est appuyée.

» Cette Table de correction a été établie empiriquement par des mesures faites sur les cadavres d'enfants de divers âges.

» Les bords les plus saillants du cœur en place dans le thorax sont constitués à gauche par la partie la plus antérieure du ventricule gauche, à droite par le contour de l'oreillette droite, en bas par le bord du ventricule droit.

» La distance qui sépare les bords droit et gauche du cœur de la surface de la peau

varie suivant l'âge : elle est de $2^{cm},5$ environ à dix-huit mois, de 3^{cm} à deux ans et demi, de 4^{cm} à cinq ans, de 5^{cm} environ à dix et douze ans.

» Connaissant cette distance des bords du cœur à la surface du thorax, nous pouvons corriger l'image radioscopique obtenue.

» Soient H la distance de la source lumineuse à l'écran, h la distance de la source lumineuse aux bords tangents du cœur (on aura h en défalquant de H la distance connue empiriquement des bords du cœur à la peau du thorax en avant); soit T l'un des diamètres de l'image radioscopique : nous aurons le diamètre réel du cœur en établissant la formule $\frac{H}{h} = \frac{T}{x}$.

» Pour contrôler les expériences faites sur le vivant nous avons opéré sur des enfants morts, et nous avons constaté que la grandeur du cœur donnée par le calcul équivalait à celle mesurée au compas sur le cadavre, à 2^{mm} ou 3^{mm} près.

» Il est possible de faire mécaniquement les corrections avec un instrument imaginé par l'un de nous (M. Chicotot). Il consiste dans une règle H graduée en millimètres, sur laquelle glissent à angle droit deux autres règles parallèles également graduées T, x.

» Pour faire une correction, on mesurera avec la règle parallèle inférieure T sur la règle axiale H une distance égale à celle de la source lumineuse à l'écran, puis on amènera l'autre règle parallèle x au-dessus de la première, à la distance même du cœur à la surface du thorax. En rabattant de l'extrémité de la règle H un ruban R, on marque sur la règle parallèle inférieure T une longueur égale au diamètre de l'image radioscopique apparente; du même coup, on lira sur la règle parallèle x la correction et le diamètre réel du cœur.

» Il sera aisé de corriger ainsi un nombre indéfini de diamètres de l'image radioscopique apparente et de trouver une série de points permettant de tracer le contour réel du cœur, en agissant comme pour le tracé d'une ellipse.

» Nous devons ajouter que, toutes choses égales d'ailleurs, les images radioscopiques du cœur, chez un même sujet, obtenues dans la station debout et dans le décubitus dorsal sont exactement superposables. »

RADIOGRAPHIE. — *Perfectionnement aux tubes employés en Radiographie.* Note de M. L. Bonetti.

« En faisant varier l'état du gaz raréfié à l'intérieur de l'ampoule, je suis parvenu à obtenir une moindre résistance et par conséquent à utiliser dans de bonnes conditions un tube qui était dur et de ce fait hors de service.

» Le moyen que j'emploie consiste à maintenir incandescent, pendant un temps plus ou moins long, un fil de platine plongé dans l'atmosphère de l'ampoule.

» J'emploie pour cela le courant électrique et je crée ainsi à l'intérieur du tube une véritable lampe à incandescence à filament de platine.

» Le tube sur lequel j'ai essayé cette modification était un tube bianodique fonctionnant avec un courant donnant de 15^{cm} à 20^{cm} d'étincelles. L'incandescence du filament de platine exigeait 2 à 3 ampères sous 4 volts, et j'ai dans ces conditions obtenu d'excellents résultats. »

M. **J.-J. Andeer** adresse une Note ayant pour titre : « Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal ».

M. **A. Chamereau** adresse une Note « Sur un fossile trouvé dans le jurassique oxfordien ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1898.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIV, n° 6. 25 juin 1898. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième, livraison du 15 juin 1898, n° 114. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique : *Optique,* par H. Dufet, Maître de Conférences à l'École Normale supé-

rieure. Premier fascicule : *Longueurs d'onde. Indices des gaz et des liquides.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wolf.)

Leçons sur la théorie des fonctions, par Émile Borel, Maître de Conférences à l'École Normale supérieure. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Les cancers épithéliaux. Histologie, Histogénèse, Étiologie, Applications thérapeutiques, par Fabre-Domergue, Chef de laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

L'intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur : Alfred Binet. Directeur-adjoint : Victor Henri. 1re année, 20 juin 1898, n° 16. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-8°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : Henri de Parville. 26e année, n° 1308, 25 juin 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Eclogæ geologicæ Helvetiæ. Recueil périodique de la Société géologique suisse. Vol. V, n° 2, juillet 1897. Lausanne, G. Bridel et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Theorie der kleinen Planeten, von Martin Brendel. Berlin, 1898; in-4°.

Yearbook of the United States Department of Agriculture. 1897. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

FIN DU TOME CENT VINGT-SIXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1898.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXVI.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Y

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Y

Z

Pages.

HER (Ch.) adresse une Note « Sur les apparences développées au moment de la dissolution de l'aniline dans l'eau » 606

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
25416 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.

